

VÝZKUM SYNANTROPIZACE V OKOLÍ BUNKRŮ V KRKONOŠÍCH (MONITORING, MANAGEMENT)

**Research of synanthropisation round the bunkers in the Krkonoše
Mountains (monitoring, management)**

Zuzana WAGNEROVÁ

Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta, katedra biologie,
Víta Nejedlého 573, 500 03 Hradec Králové 3
Tel.: 495061182, 495513481, e-mail:zuzana.wagnerova@uhk.cz

Príspevok syntetizuje geobotanický výzkum synantropizace okolí 26 bunkrů v subalpínském vegetačním stupni Krkonošského národního parku. Tyto objekty jsou do současnosti pozůstatkem tzv. lehkého vojenského opevnění z třicátých let minulého století. Rozprostírají se v západních Krkonoších mezi lokalitami Lysá hora – Kotel – Harrachova louka – Zlaté návrší. Ve východní části pohorí je nalézáme mezi Luční a Studniční horou. Z 85 determinovaných vyšších rostlin má 25 druhů na těchto lokalitách synantropní charakter. Za hlavní ekologické příčiny degradace unikátních tundrových ekosystémů poblíž bunkrů lze považovat: 1. Přímé zavlékání alochtonních druhů při vysoké turistické návštěvnosti Krkonoš (s přibývajícím vzdáleností bunkrů od cest se snižuje zastoupení antropofyt). 2. Bazifikaci a zvýšení pH půdy v důsledku uvolňování bází z betonových konstrukcí bunkrů a z nepůvodních bazických štěrků, kterými jsou zpevněny okolní komunikace. 3. Nitrifikaci v důsledku nedostatku hygienických zařízení na hřebenech Krkonoš. 4. Nadměrný sešlap a s tím související výskyt komprimofilní flóry. 5. Změnu mikroklimatických ekofaktorů v závětrí bunkrů, ve prospěch synantropofyt. Práce rovněž předkládá ochranný management, v zájmu revitalizace antropicky narušených ekosystémů.

1. Úvod

Studie navazuje na geobotanický výzkum tundrových ekosystémů Krkonošského národního parku a zejména na práce, které jsou zaměřené na problematiku synantropizace. Mezi antropicky narušené fytoocenózy hřebenových oblastí Krkonoš patří nejen turistikou a rekreací exponovaná místa v okolí horských bud (HADAČ 1982, KLIMEŠ 1984, MÁLKOVÁ 1995, MÁLKOVÁ et WAGNEROVÁ 1995, ROSTAŇSKI 1977, ŠOUREK 1969, ŠPATENKOVÁ 1980, 1984, WAGNEROVÁ 1996a, 1997a, 1999, 2000, 2001a, b), odpovídavatel, vyhlídek (WAGNEROVÁ 1997b) a komunikací (HUSÁKOVÁ et GUZIKOVÁ 1979, MÁLKOVÁ et WAGNEROVÁ 1996, WAGNEROVÁ 1995, 1996b, 1998, 2001c), ale rovněž i různým stupněm degradovaný vegetační kryt poblíž krkonošských bunkrů. Tyto lokality jsou do současnosti pozůstatkem tzv. lehkého vojenského opevnění, které bylo vybudované před 2. světovou válkou, ve třicátých letech minulého století. Bezesporně jsou rušivým prvkem v biosférické rezervaci. V jejich okolí nalézáme více či méně zastoupenou nežádoucí synantropní flóru. Hlavním cílem předložené práce bylo nejen studium druhové diverzity těchto lokalit (inventarizace zastoupené květeny) v oblasti subalpínských poloh

západní i východní části Krkonoš, ale zvláštní pozornost byla především věnovaná druhům apofytickým a antropofytům. Výzkum byl zaměřen i na taxony významné z ochrannářských aspektů, tj. druhy různým stupněm ohrožené (PROCHÁZKA et al. 2001) a druhy zahrnuté v „červeném“ a „modrém“ seznamu květeny Krkonoš (KOLEKTIV 1992a, b). Součástí studie je rovněž zjištění základních ekologických příčin lokálního zvýšeného zastoupení synantropních druhů rostlin, v souvislosti s degradačními změnami chemických, fyzikálních i biologických charakteristik půdního prostředí a náměty pro ochrannářský management.

2. Lokalizace a charakteristika přírodních poměrů území

V oblasti západních Krkonoš je linie lehkého opevnění (21 bunkrů) lokalizovaná v subalpínském vegetačním stupni, v I. zóně KRNAP (viz obr. 1). Toto pásmo dvou ucelených řad bunkrů probíhá od východního úbočí Lysé hory (1315 m n. m.), přes severní svah a vrcholové partie Kotle (1435 m n. m.). Dále pak ve východním a severovýchodním směru linie pokračuje k pramenům Mumlavy (1367 m n. m.), přes Harrachovu louku (1380 m n. m.) na západní úpatí hřbetu Krkonoše (1375 m n. m.). Ve východní části Krkonoš se rozprostírá linie pěti bunkrů v sedle a na úbočích mezi Luční a Studniční horou (I. zóna KRNAP, rozpětí nadmořské výšky 1500 až 1530 m, viz obr. 2).

V západní části Krkonoš je území ovlivněno anemo-orografickým systémem Mumlavy, ve východní oblasti se jedná o A-O systém Bílého Labe, s převládajícími větry severo-západního směru (JENÍK 1961). Autochtonním geologickým podkladem jsou minerálně chudé horniny: krystalické břidlice a krkonošská žula (CHALOUPSKÝ et al. 1969). Z geomorfologického hlediska se řada bunkrů nalézá na unikátních lokalitách, s výskytem tundrových polygonálních, zarostlých polygonálních a brázděných půd (např. bunkry č. 7 – 18, 22 – 26, obr. 1 a 2). Průměrná roční teplota území je +1° až +2° C (SYROVÝ et al. 1958), průměrný úhrn srážek činí 1400 mm. Převažujícím typem autochtonních půd je ranker a horský humusový podzol. Na svahových prameništích Mumlavy se nalézají podmačené, humózní rašeliništní půdy (organozemě). V bezprostředním okolí všech bunkrů jsou tyto kyselé, živinami chudé autochtonní půdy ovlivněny výluhy bazického materiálu, který byl použit k výstavbě opevnění. Místy dochází i k degradaci rhizosféry cizorodými bazickými navážkami, kterými byly zpevněny okolní turistické komunikace. Z hydrologického hlediska se zkoumané lokality nacházejí v pramenné oblasti Mumlavy a Labe. Podrobná charakteristika přírodovědných poměrů je zahrnuta např. v publikacích FANTA et al. (1969), JENÍK (1961) a SÝKORA et al. (1983).

Objekty lehkého opevnění se nacházejí v subalpínském vegetačním stupni krkonošské tundry. Převažujícími fytoocenózami jsou klečové porosty asociace *Myrtillo – Pinetum mughi* Hadač 1928 a smilkové fytoocenózy asociace *Carici fyllae – Nardetum* (Zlatník 1928) Jeník 1961. V mozaice rostlinných společenstev rovněž nalézáme *Cetrario – Festucetum supinae* Jeník 1961 a *Crepidi – Calamagrostietum villosae* (Zlatník 1928) Jeník 1961. Na antropicky narušeném okolí některých bunkrů se setkáváme s fragmenty sekundárních nitrofilních společenstev svazu *Rumicion alpini* Klika in Klika et Hadač 1944, případně i s komprimofilní vegetací svazu *Polygonion avicularis* Br. – Bl. 1931.

Z ohrožených druhů, které byly v průběhu výzkumu na studovaných lokalitách nalezeny jsou to např.: *Carex atrata* (C1), *Agrostis rupestris* (C2), *Bartsia alpina* (C2), *Campanula bohemica* (C2), *Juncus trifidus* (C2), *Carex bigelowii* subsp. *rigida* (C3), *Luzula sudetica* (C3), *Huperzia selago* (C3), *Hypochoeris uniflora* (C3), *Adenostyles alliariae* (C4a), *Cicerbita alpina* (C4a), *Festuca supina* (C4a), *Gentiana asclepiadea* (C4a), *Phleum rhaeticum* (C4a), *Potentilla aurea* (C4a). Ze zastoupených synantropních druhů

rostlin jsou to zejména: *Cerastium holosteoides*, *Cerastium arvense*, *Plantago major*, *Poa annua*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Urtica dioica*, *Veronica serpyllifolia*, *Epilobium angustifolium*, *Rumex alpinus*.

3. Historie budování linie vojenského opevnění v Krkonoších

Záměr výstavby opevnění vznikl v souvislosti s rostoucí hrozbou napadení Československa ve druhé polovině 30. let 20. století (SÝKORA et al. 1983). Rada obrany státu schválila v roce 1936 program výstavby opevnění v Podkrkonoší a v Krkonoších. Z původního záměru výstavby 362 lehkých pevnůstek byla vystavěna jen nepatrná část, z důvodu okupace ČSR. V hřebenové oblasti západních Krkonoš se nalézá 21 bunkrů (linie Lysá hora – Zlaté návrší) a 5 se rozprostírá v sedle mezi Luční a Studniční horou. V souvislosti s výstavbou obranného systému byla realizovaná i strategická Masarykova horská silnice z Hrabačova na Zlaté návrší (zprovozněna 6. září 1936). Tato silnice sehrála důležitou roli pro stavbu opevnění, které bylo dokončeno v září 1938. Malé objekty, tzv. řopiky, s nimiž se v Krkonoších setkáváme, většinou měří 8,70 x 3,45 m, s tloušťkou stěn 0,5 – 0,8 m. Použitým stavebním materiálem byl železobeton, hustota bunkrů byla 6 objektů na 1 km. Za mobilizace v květnu 1938 byla celá obranná linie v Krkonoších obsazena naší armádou. Mezi bunkry byly vykopány zákopy a střelecké úkryty (jejich pozůstatky jsou dodnes patrné např. na Harrachově louce). Systém opevnění nebyl nikdy použit (LOKVENC 1978, VONDROVSKÝ 1993). Turistické cesty, které se často nalézají v okolí bunkrů, jsou z dřívějšího období. Jejich budování bylo především spjato se založením turistického spolku Riesengebirgverein v roce 1880, jehož jednou z hlavních činností byla výstavba turistických cest na hřebenech Krkonoš.

4. Metodika

Ve vegetační sezóně roku 2002 byl proveden floristický inventarizační výzkum v okolí všech bunkrů, které se nacházejí v subalpínském stupni západní i východní oblasti Krkonošského národního parku. Podchyceny byly taxony cévnatých rostlin. Synantropní druhy (antropofyty a apofyty) dle klasifikace uvedené v práci HOLUB et JIRÁSEK (1967) byly zamapovány (dle rozsahu na lokalitě, každému mapovanému druhu byl přiřazen specifický grafický symbol). Při mapování antropofytů i apofytů byl brán zřetel na rozsah jejich rozšíření na jednotlivých lokalitách. Okruh mapování byl většinou 20 m, na lokalitách s větším prostorovým ovlivněním vegetačního krytu byl rozšířen na vzdálenost 40 m od bunkru. Bunkry byly pracovně očíslovány 1 – 26 (viz obr. 1 a 2). Mapové podklady (včetně zákresu míst odběrů půdních vzorků) a fotodokumentace floristických poměrů v okolí bunkrů jsou uloženy na katedře biologie Univerzity Hradec Králové. Ukázka mapování synantropní flóry u bunkru č. 20 je na obr. 4. Počty synantropních druhů u jednotlivých bunkrů (obr. 3) byly autorkou revidovány a aktualizovány podle zjištěného stavu v roce 2002. Vzdálenost jednotlivých bunkrů od turistické komunikace byla upravena dle diplomové práce Roubalové (ROUBALOVÁ 1997).

Průběžně byly odebrány půdní vzorky z rhizosféry druhů rostlin, které se vyskytovaly v okolí bunkrů. Půdní rozborů zajistila Firma BioAnalytika Hradec Králové, akreditovaná pedologická laboratoř, dle metodických postupů uvedených v publikaci JAVORSKÝ et al. (1985). Z finančních důvodů bylo stanoveno pouze pH/KCl, CaO, MgO, K₂O, viz tab. 1. U bunkru č. 18 (vzorek 18 a 18 K – kontrola) byly analyzovány i hodnoty P₂O₅, N – celk., N – NO₃, N – NH₄ (uvedeny jsou v kap. 5.2). Stanovení živin bylo provedeno ve výluhu půdy kyselinou citrónovou. Při terénním výzkumu byl též zjišťován technický stav a stupeň narušení ekosystémů v okolí lehkého opevnění.

Nomenklatura cévnatých rostlin v podstatě odpovídá pojetí práce ROTHMALER et al. (1996). Taxony *Campanula bohemica* a *Taraxacum* sect. *Ruderalia* jsou uvedeny dle publikace KUBÁT et al. (2002). Zjištěné fytoocenologické jednotky jsou uvedeny dle práce MORAVEC et al. (1995).

5. Výsledky

5.1. Flóra v okolí bunkrů

V následujícím abecedním seznamu je synteticky uveden přehled 85 zjištěných cévnatých rostlin v okolí 26 bunkrů v subalpínských polohách západní i východní části Krkonoš. Za každým taxonem jsou uvedena příslušná čísla bunkrů, u kterých se vyskytuje (lokalizace a číslování bunkrů viz obr. 1 a 2). 26 synantropních rostlin (včetně apofytů) je v seznamu zvýrazněno hvězdičkou před rodovým jménem. *Acer pseudoplatanus* L.: 7, **Achillea millefolium* L.: 5, 7, 11, *Aconitum napellus* L.: 3, *Adenostyles alliariae* (GOUAN.) KERNER: 23, **Aegopodium podagraria* L.: 2, *Agrostis rupestris* ALL.: 8, 17, 18, 19, 21, 26, *Agrostis tenuis* SIBTH. agg.: 20, **Alopecurus pratensis* L.: 20, 24, **Alchemilla vulgaris* L. agg.: 2, 5, 6, 7, 11, 14, 15, 18, 25, *Anthoxanthum odoratum* L. agg.: 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, **Artemisia vulgaris* L.: 20, *Athyrium distentifolium* TAUSCH ex OPIZ: 3, 4, 11, 13, *Avenella flexuosa* (L.) DREJER: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, *Bartsia alpina* L.: 3, 5, *Calamagrostis villosa* (CHAIX) GMELIN: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 25, *Calluna vulgaris* (L.) HULL: 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 26, *Campanula bohemica* HRUBY: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 19, 22, 23, 24, **Cardaminopsis halleri* (L.) HAYEK: 9, *Carex atrata* L.: 9, *Carex bigelowii* TORR. ex SCHWEINITZ subsp. *rigida* SCHULTZE – MOTEL: 4, 11, 22, 23, 24, 25, 26, *Carex nigra* (L.) REICHARD: 8, 11, 13, 18, **Cerastium arvense* L.: 11, 25, **Cerastium holosteoides* FRIES em. HYL.: 2, 10, 11, 14, 16, 17, 20, 21, 25, *Cicerbita alpina* (L.) WALLR.: 5, 6, 23, **Cirsium arvense* (L.) SCOP.: 11, 23, *Cirsium helenioides* (L.) HILL.: 13, *Crepis paludosa* (L.) MOENCH: 2, *Deschampsia cespitosa* (L.) P. B.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 26, *Dryopteris dilatata* (HOFFM.) A. GRAY: 2, 3, 11, 20, 21, *Dryopteris filix-mas* (L.) SCHOTT: 3, **Epilobium angustifolium* L.: 1, 2, 3, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, *Epilobium montanum* L.: 3, 20, *Festuca airoides* LAMK.: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, *Galium saxatile* L.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, *Gentiana asclepiadea* L.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 26, **Geranium sylvaticum* L.: 5, *Hieracium alpinum* L. agg.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, *Homogyne alpina* (L.) CASS.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 26, *Huperzia selago* BERNH.: 7, 9, 10, 26, **Hypericum maculatum* CRANTZ.: 2, 3, 5, 11, 14, 16, 22, 23, *Hypochoeris uniflora* VILL.: 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, *Juncus squarrosus* L.: 15, *Juncus trifidus* L.: 26, *Leontodon hispidus* L.: 5, 9, *Luzula luzuloides* (LAMK.) DANDY et WILMOTT: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, *Luzula sudetica* (WILLD.) SCHULT: 4, 6, 13, 15, 16, 17, 18, 19, *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. SCHMIDT: 3, *Melampyrum pratense* L.: 4, 8, 10, 12, 21, *Melampyrum sylvaticum* L.: 2, 3, 4, 5, 16, *Molinia caerulea* (L.) MOENCH.: 14, 23, *Nardus stricta* L.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, *Oxalis acetosella* L.: 12, *Phegopteris connectilis* (MICHX.) WATT: 3, *Phleum rhaeticum* (HUMP.) RAUSCH.: 2, 17, 22, 23, 24, 25, **Phyteuma spicatum* L.: 3, *Picea abies* (L.) KARSTEN: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21,

22, 24, 25, 26, *Pinus mugo* TURRA: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, **Plantago major* L.: 2, 11, 16, 18, 19, 20, 23, **Poa annua* L.: 2, 11, 16, 18, 19, 20, 22, 24, *Polygonatum verticillatum* (L.) ALL.: 4, **Polygonum bistorta* L.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, *Potentilla aurea* L.: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, *Potentilla erecta* (L.) RAUSCHEL: 1, 2, 4, 7, 14, 18, 23, 25, *Pulsatilla alba* RCHB.: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 22, 24, **Ranunculus acris* L.: 2, 11, 16, 22, 23, 25, **Ranunculus repens* L.: 5, 17, *Rubus idaeus* L.: 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 24, 26, *Rumex arifolius* ALL.: 1, 2, 6, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 26, **Rumex alpinus* L.: 2, 11, 14, 19, 20, *Salix silesiaca* WILLD.: 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 26, *Sambucus racemosa* L.: 3, 26, **Senecio ovatus* (G.M.SCH.) WILLD.: 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, **Silene dioica* (L.) CLAIRV.: 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, *Silene vulgaris* (MOENCH) GARCKE: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, *Solidago virgaurea* L. subsp. *minuta* (L.) ARCANG.: 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, *Sorbus aucuparia* L. subsp. *glabrata* (WIMMER et GRABOWSKI) HAYEK: 1, 2, 5, 10, 11, *Stellaria alsine* GRIMM: 10, **Taraxacum* sect. *Ruderalia* KIRCHNER, OLLGAARD et ŠTĚPÁNEK: 2, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, *Trientalis europaea* L.: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 17, 19, **Tussilago farfara* L.: 11, 20, **Urtica dioica* L.: 2, 11, 20, *Vaccinium myrtillus* L.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, *Vaccinium vitis-idaea* L.: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 14, 19, 26, *Veratrum album* L. subsp. *lobelianum* (BERNH.) RCHB.: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 24, 25, 26, **Veronica serpyllifolia* L.: 11, 19.

5.2. Ekologické příčiny šíření synantropní květeny v okolí bunkrů

Za hlavní příčiny šíření synantropních rostlin v okolí lehkého opevnění (bunkrů) v subalpínských polohách v Krkonošském národním parku lze považovat především přímé zavlečení diaspor těchto rostlin při vysoké návštěvnosti hřebenových oblastí Krkonoš a současně i změnu půdních podmínek, ve prospěch ochranářsky nežádoucích druhů. Jedná se zejména o bazifikaci, eutrofizaci, nitrifikaci a komprimaci půdy. Výzkum synantropizace prokázal (obr. 3), že vegetační kryt lokalit v okolí bunkrů umístěných poblíž turistických komunikací se vyznačuje vyšším zastoupením antropofyt i apofyt, než je tomu na vzdálenějších lokalitách. Při nerespektování návštěvního řádu turisté scházejí z vyznačených cest a vyšlapávají si nové stezky k bunkrům (např. u bunkrů č. 11, 16, 19, 21), v jejichž okolí se šíří komprimofilní vegetace (*Plantago major*, *Poa annua*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia* aj.). Navíc mnozí neukáznění návštěvníci si tato místa pletou s veřejnými záchodky, což indikují některé nitrofilní druhy (např. *Rumex alpinus*, *Urtica dioica*). Tak např. v půdním vzorku, odebraném z rhizosféry u bunkru č. 18 bylo stanoveno zvýšené množství dusíku a fosforu (hodnoty srovnávacího kontrolního vzorku následují v závorce): P_2O_5 46,9 mg/100 g (18,0), N – celk. 0,48% (0,18%), N – NO_3 31,6 mg/kg (4,4), N – NH_4 66,0 mg/kg (11,4). Dále bylo pozorováno, že z turistických cest, velmi často zpevněných bazickým posypovým materiálem, jsou tyto částice (vápenec, melafyry) zanášeny na botách až do bezprostředního okolí lehkého opevnění, kde dochází k výrazné bazifikaci půdy (např. u bunkru č. 20, 18, 11, 2, viz tab. 1). Tyto změněné půdní podmínky jsou příznivé, při porovnání ekočísel acidofilních autochtonních druhů (ELLENBERG et al. 1992), např. pro alochtonní výskyt *Tussilago farfara* a zvýšený podíl apofyt *Silene dioica*, *Epilobium angustifolium* atd. Obsah bází, zvýšený až o 2 řády a rovněž i zvýšené pH/KCl (z hodnoty 3,4–3,6 v kontrolách až na 6,0–6,9 u bunkrů), je také v půdě ovlivněno vymýváním bází

z vlastních objektů lehkého opevnění, které lze přirovnat k uměle vytvořeným vápencovým „čočkám“. Povrch bunkrů je narušován drsnými klimatickými povětrnostními vlivy tzv. vrcholového fenoménu. Zejména účinek vody, větru a mrazu způsobuje rozpraskání především horní plochy bunkrů.

Lze předpokládat, že pevnůstky vytvářejí i relativně příznivější mikroklima k existenci synantropofytů, v porovnání s otevřenými ekosystémy vrcholových partií A-O systémů Krkonoš. V závětrných místech bunkrů nalézáme např. populace *Epilobium angustifolium* (obr. 4), *Senecio ovatus*, *Silene dioica*, *Alchemilla vulgaris* agg., které lemují závětrné zdi u č. 2, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 20 a 21. V nadmořské výšce 1530 m (v závětrí bunkru č. 26) na západním svahu Studniční hory, autorka našla nízký keř *Sambucus racemosa*. Při převaze severozápadních větrů (JENÍK 1961) se tato závětrí nalézají při jižních a východních stěnách lehkého opevnění. Transport alochtonních diaspor je rovněž uskutečňován i v souvislosti s navážkami cizorodých posypových drtí, které jsou používány ke zpevnění cest (WAGNEROVÁ 1996b, 1997a,b, 1998, 2000, 2001a,b) a odpočívadel poblíž bunkrů.

6. Námety pro ochranná opatření, diskuse

Studovaná synantropizace okolí obranných bunkrů v hřebenových oblastech Krkonoš do jisté míry odpovídá problematice negativních změn ekologických poměrů a flóry na stanovištích ovlivněných antropickými ekofaktory (např. MÁLKOVÁ et WAGNEROVÁ 1995, WAGNEROVÁ 1997a, 1999, 2001a,b). Vliv staveb, včetně jejich provozu, se projevuje v biosférické rezervaci nežádoucím způsobem, a to se týká i bunkrů (transport diaspor cizích druhů, eutrofizace, bazifikace, sešlap vegetace atd.). Zatímco v případě ochrannářského managementu turistických cest, či v případě provozovaných rekreačních objektů, je snaha Správy Krkonošského národního parku eliminovat ekologické mechanismy nežádoucích změn (ŠTURSA – ústní sdělení), je obdobná problematika degradace ekosystémů v okolí bunkrů v částečně jiné poloze.

V potaz je nutno vzít jednak historicko vzdělávací aspekt těchto válečných staveb, dále skutečnost, že jsou bunkry majetkem čs. armády a proto s nimi nelze manipulovat bez souhlasu kompetentních míst. Mimo tyto důvody byla by i samotná likvidace železobetonové konstrukce bunkrů (v I. zóně národního parku) velmi drastickým zásahem, při kterém by došlo k rozptýlu stavebního materiálu a poškození ekosystémů širokého okolí, což by převýšilo nežádoucí změny, které v současnosti přítomnost lehkého opevnění představuje. Z těchto důvodů management nevychází z odstranění bunkrů, ale předkládá náměty pro ochranná opatření, které by zmírnily nebezpečí invaze synantropní flóry do unikátních okolních tundrových ekosystémů hřebenových oblastí Krkonoš.

- a) Zamezení přístupu veřejnosti k objektům lehkého opevnění (s výjimkou bunkrů vyčleněných do naučné stezky) a uplatňování postihů za překročení návštěvního řádu KRNP.
- b) Pravidelné odstraňování plevelných a rumištních rostlin (včetně vytrvalých podzemních orgánů). U bunkru č. 23 na východním svahu Luční hory prioritně odstranit populaci *Cirsium arvense*.
- c) Dodržování zákazu používání vápenců, melafyrů a obdobných bazických materiálů k úpravě cest a odpočívadel v I. zóně národního parku.
- d) Ekologické monitorování.
- e) Umístění odpadkových košů u zpřístupněných objektů bunkrů.

Narůstající trend synantropizace je patrný při porovnání současného kvalitativního i kvantitativního zastoupení synantropní květeny u jednotlivých bunkrů. Např. zvýšené zastoupení *Taraxacum* sect. *Ruderalia* a dalších antropofyt bylo zjištěno u bunkrů č. 19 a 20, při porovnání s mapováním těchto druhů ve vegetačních sezónách let 1995 – 1996.

Z dříve autorkou determinovaných taxonů nebyl v roce 2002 nalezen bojínek luční – *Phleum pratense* u bunkru č. 18. U bunkru č. 25, při západním úpatí Studniční hory, byl potvrzen výskyt *Cerastium holosteoides*, který uvádí ŠOUREK (1969).

7. Závěr

Vzhledem k tomu, že geobotanický výzkum prokázal synantropizaci tundrových ekosystémů v okolí bunkrů, je nutné této problematice věnovat zvýšenou ochrannářskou pozornost, včetně realizace doporučených managementových opatření. Především objekty bunkrů, které se nacházejí nedaleko od turisticky frekventovaných cest, mohou sehrát negativní roli při šíření této nežádoucí květeny na další antropicky ovlivněná místa. Za hlavní ekologické příčiny, které vyvolávají degradaci vegetace poblíž lokalit lehkého vojského opevnění v subalpínských polohách Krkonoš, lze považovat: zavlékání diaspor přímo návštěvníky, přísun diaspor alochtonních rostlin v cizorodých bazických posypových komunikačních materiálech, negativní změny půdních charakteristik (bazifikace, eutrofizace, nitrifikace, komprimace), změny mikroklimatických poměrů v závětrří bunkrů – ve prospěch antropofyt i apofyt.

Summary

This study presents results of a geobotanical research of synanthropic plants round the 26 military bunkers in the area of sub-alpine zone in Krkonoše National park. From 85 determinated vascular plants 25 plants species on these localities have synanthropic character.

Main ecological causes of degradation of the unique tundra ecosystems round the bunkers are: 1. Spreading of alien plants brought about by high attendance of tourists of Krkonoše Mts. 2. The soil basicization caused not only by dissolution of the concrete constructions of the bunkers but also by allochthonous limestone and melaphyre which are mainly used for road maintainance. 3. Influence of eutrophization by absence of hygienic premises. 4. Changed conditions for plants caused by trodden paths as a result of tourism. 5. Change of the microclimatic ecofactors in the lee of the bunkers in favour of the synanthropic plants. A proposal of management aimed at revitalization of degraded ecosystems is given in the conclusions.

Literatura

- ELLENBERG H. et al., 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobot., Göttingen*, 18:1-225.
- FANTA J. et al., 1969: Příroda Krkonošského národního parku. *SZN, Praha*: 1-221.
- HADAČ E., 1982: Poznámky o ruderálních společenstev Krkonoš. *Opera Corcontica, Vrchlabí*, 19: 183-193.
- HOLUB J. et JIRÁSEK V., 1967: Zur Vereinheitlichung der Terminologie in der Phytogeographie. *Fol. Geobot. Phytotax., Praha*, 1: 69-113.
- HUŠÁKOVÁ J. et GUZYKOWA M., 1979: Flora a vegetace silničních krajnic v západní části Krkonoš. *Opera Corcontica, Vrchlabí*, 16: 87-112.
- CHALOUPSKÝ J. et al., 1969: Geologický vývoj Krkonoš. In: Fanta J. et al., Příroda Kr-konošského národního parku, *SZN, Praha*: 42-48.
- JAVORSKÝ J. et al., 1985: Chemické rozborý v zemědělských laboratořích. *SZN, Praha*.
- JENÍK J., 1961: Alpínská vegetace Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. *ČSAV, Praha*.
- KLIMEŠ L., 1984: Příspěvek ke květeně Krkonoš. *Opera Corcontica, Praha*: 21: 177-186.
- KOLEKTIV, 1992a: Cervený seznam pro inventarizační průzkum Krkonoš. *Správa KRNAP, Vrchlabí*: 1-2.
- KOLEKTIV, 1992b: Modrý seznam pro inventarizační průzkum Krkonoš. *Správa KRNAP, Vrchlabí*: 1-4.

- KUBÁT K. et al., 2002: Klíč ke květeně České republiky. *Academia, Praha*, 613-688.
- LOKVENEC T., 1978: Toulky krkonošskou minulostí. *Hradec Králové, Kruh*: 1-258.
- MÁLKOVÁ J., 1995: Synantropizace hřebenů Krkonoš (rozsah, dynamika a příčiny migrace apofytických a synantropních taxonů). *Geoeekologiczne problemy Karkonoszy, Poznań*: 197-204.
- MÁLKOVÁ J. et WAGNEROVÁ Z., 1995: Proč a kde se šíří v Krkonoších nepůvodní květena? *Krkonoše, Pardubice*: 7/95: 28-29.
- MÁLKOVÁ J. et WAGNEROVÁ Z., 1996: Hřebenové cesty jako ohniska nepůvodní vegetace. *Krkonoše, Pardubice*: 9/96: 4-5.
- MORAVEC J. et al., 1995: Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Severočes. Přír., Litoměřice, příl. 1995: 1-260.
- PROCHÁZKA F. et al., 2001: Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). *Příroda, Praha*, 18: 25-64.
- ROSTAŇSKI K., 1977: Flora i roślinność synantropijna w Karkonoskim parku narodowym. *Prace Karkonoskiego towarzystwa naukowego, Jelenia Góra*: 9:49-77.
- ROTHMALER W. et al., 1996: Exkursionsflora von Deutschland. Band 2. Verlag Gustav Fischer, Jena – Stuttgart: 1-639.
- ROUBALOVÁ H., 1997: Příčiny šíření synantropní flóry v okolí bunkrů v Krkonoších. Ms. (Dipl. Pr. Depon. Kat. Biol., Ped. fak., Univerzita Hradec Králové), 1-80.
- SÝKORA B. et al., 1983: Krkonošský národní park. *SZN, Praha*.
- SYROVÝ S. et al., 1958: Atlas podnebí Československé republiky. *Praha*.
- ŠPATENKOVÁ I., 1980: Synantropní flóra a vegetace v okolí horských bud Krkonoš. Ms. (Dipl. Pr. Depon. Kat. Bot., Přír. fak., UK Praha), 1-113.
- ŠPATENKOVÁ I., 1984: Příspěvek ke květeně Krkonoš. *Opera Corcontica, Praha*: 21:167-175.
- ŠOUREK J., 1969: Květena Krkonoš. *Academia, Praha*.
- VONDROVSKÝ I., 1993: Opevnění v Krkonoších. *Krkonoše, Pardubice*: 7/8: 13-16.
- WAGNEROVÁ Z., 1995: Geobotanická studia synantropizace vegetačního krytu Krkonoš. *Geoeekologiczne problemy Karkonoszy, Poznań*, 2: 191-198.
- WAGNEROVÁ Z., 1996a: Synantropní flóra u Labské boudy a bývalé Kotelské boudy v západních Krkonoších. *Příroda, Praha*, 5: 159-177.
- WAGNEROVÁ Z., 1996b: Synantropizace vegetačního krytu u cest v hřebenových oblastech západních Krkonoš. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku, *Opočno*: 283-293.
- WAGNEROVÁ Z., 1997a: Synantropní květena u Vrbatovy boudy v Krkonoších. *Opera Corcontica, Vrchlabí*, 34:133-141.
- WAGNEROVÁ Z., 1997b: Synantropní flóra u turistických odpočívadel, rozcestí a vyhlídek v západních Krkonoších (Pramen Labe, Šmídova vyhlídka, U Čtyř pánů, Pramen Mumlavy a Harrachovy kameny). *Příroda, Praha*, 10: 183-199.
- WAGNEROVÁ Z., 1998: Synantropní flóra v okolí pohraniční česko – polské cesty v západních Krkonoších. *Geoeekologiczne problemy Karkonoszy. Materiały z sesji naukowej w Przesiece 15.-18.X.1997, Wrocław*: 295-300.
- WAGNEROVÁ Z., 1999: Studium synantropních rostlin na lokalitě Medvědí v Krkonoších. *Příroda, Praha*: 15:77-95.
- WAGNEROVÁ Z., 2000: Floristické složení vegetace lokality Moravská bouda v Krkonoších (monitoring, management). *Vč. Sb. Přír. – Práce a studie, Pardubice*, 8 (2000): 109-127.
- WAGNEROVÁ Z., 2001a: Geobotanická studie lokality Bouda nad Sněžnými jámami (Wawel). *Opera Corcontica, Vrchlabí*, 36: 405-409.

- WAGNEROVÁ Z., 2001b: Synantropní flóra u Petrovy boudy v Krkonoších (monitoring, management). *Vč. Sb. Přír. - Práce a studie, Pardubice*, 9 (2001): 95-107.
- WAGNEROVÁ Z., 2001c: Degradční změny biocenóz lemů turistických cest v hřebcových oblastech Krkonoš v důsledku synantropizace (geobotanický monitoring, management). *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Ostraviensis* 200, *Biologia – Ekologia* 8 (2001): 79-83.

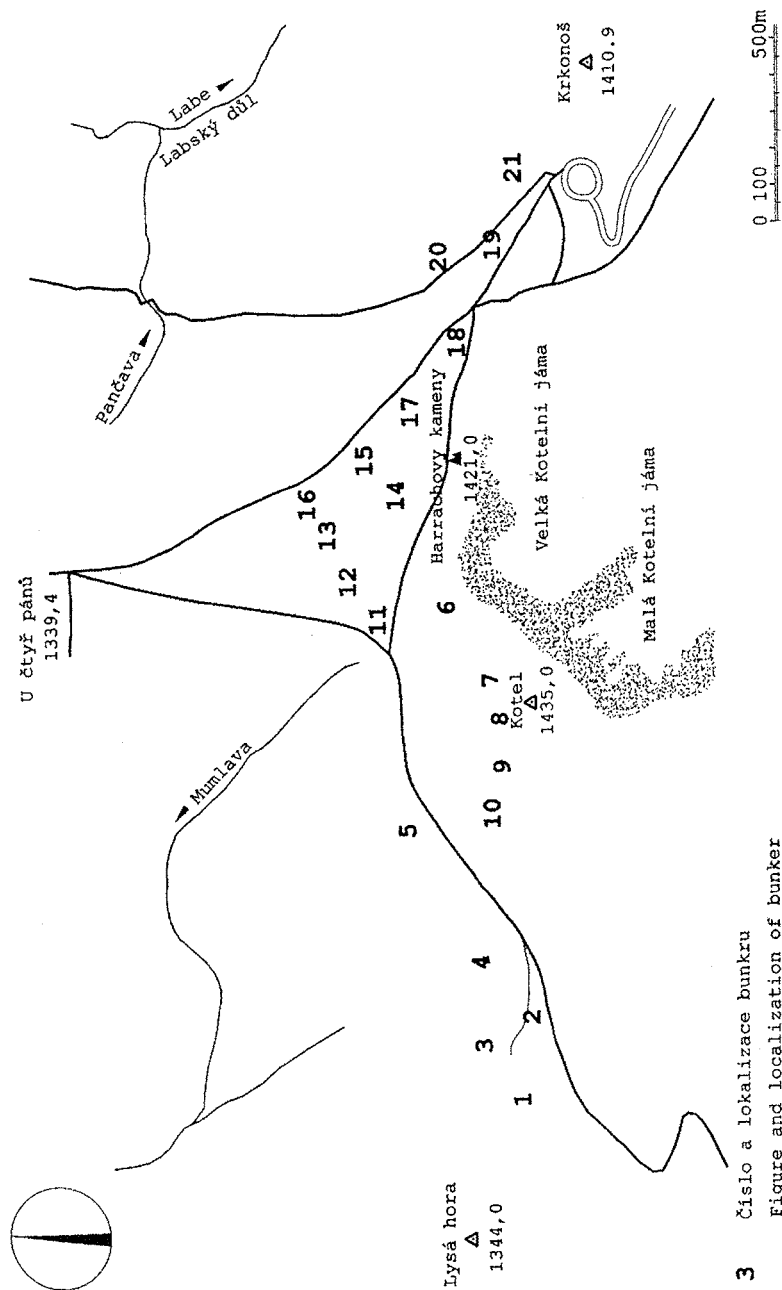
Došlo: 15. 12. 2002

Tab. 1: Chemická analýza rhizosféry.

Tab. 1: Chemical analysis of rhizosphere.

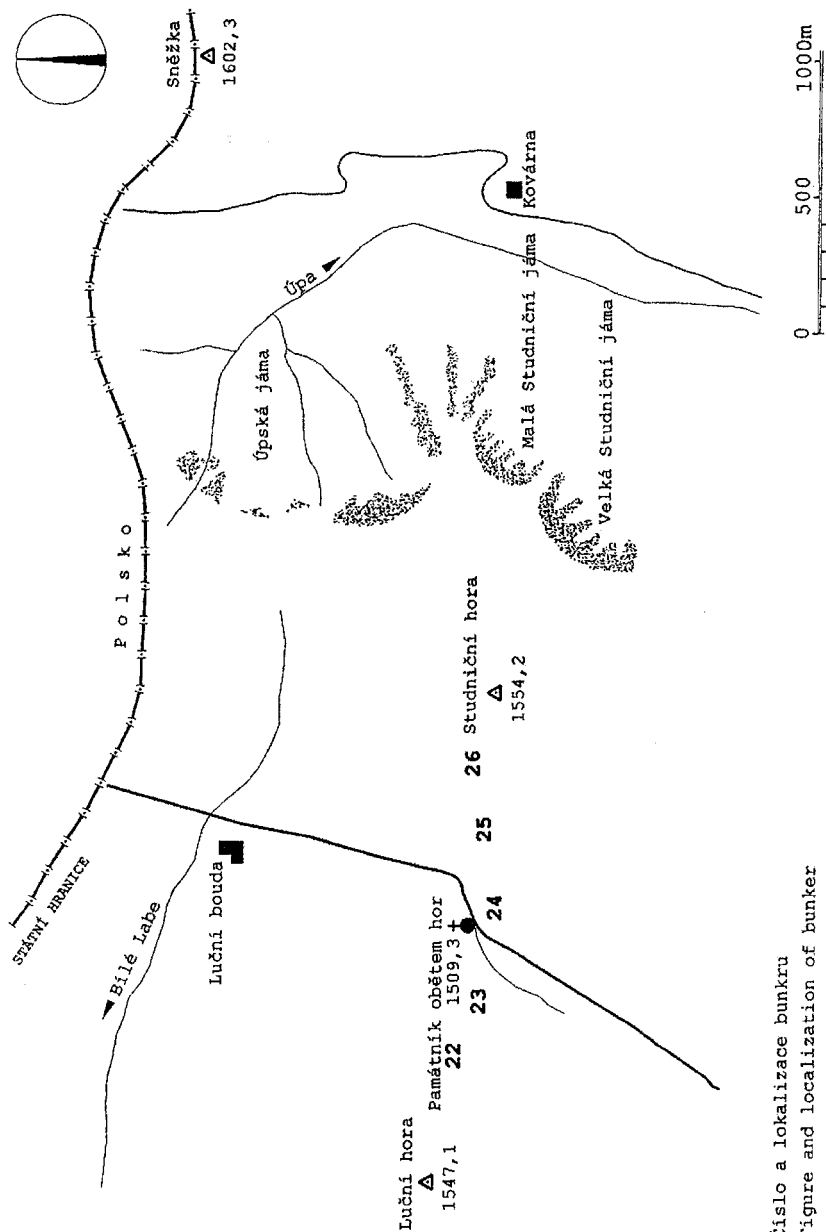
Označení Vzorku (číslo bunkru)	Dominantní taxon	pH / KCl	K ₂ O (mg/kg)	CaO (mg/kg)	MgO (mg/kg)
1	Epil.ang.	6,0	146,0	56,3	83,0
2	Sen.ovat.	6,4	183,0	5180,0	581,0
2-K	Aven.fl.	3,6	72,7	21,1	78,9
3	Sen.ovat.	4,1	120,0	42,0	128,0
4	Tar.s.Rud.	3,6	72,7	21,1	16,6
5	Sen.ovat.	4,4	109,2	1174,0	174,0
6	Alch.vul.	3,9	72,7	127,3	42,0
7	Tar.s.Rud.	3,8	72,7	113,0	62,3
8	Epil.ang.	4,5	72,0	23,7	16,6
9	Nard.str.	4,2	72,8	14,0	37,4
10	Nard.str.	3,4	72,0	35,2	33,2
11	Alch.vul.	5,7	146,0	3655,0	498,0
11-K	Nard.str.	3,6	54,0	30,0	71,0
12	Silen.dio.	4,2	109,2	63,0	78,9
13	Aven.fl.	4,6	72,8	14,0	8,3
14	Aven.fl.	4,0	73,0	14,0	16,6
15	Silen.dio.	5,7	183,0	476,0	125,0
16	Epil.ang.	4,1	72,7	28,0	58,0
17	Tar.s.Rud.	4,8	132,0	400,0	332,0
18	Alch.vul.	5,7	183,0	2797,0	747,0
18-K	Nard.str.	3,4	31,0	40,0	71,1
19	Silen.dio.	3,7	220,0	84,6	137,0
20	Epil.ang.	5,4	264,0	534,0	443,0
21	Sen.ovat.	3,9	72,7	16,2	25,0
22	Tar.s.Rud.	5,9	84,0	336,0	315,0
23	Cirs.arv.	6,3	108,0	8526,0	4316,0
24	Tar.s.rud.	4,8	300,0	836,0	664,0
25	Cer.hol.	6,9	120,0	876,0	553,0
26	Cal.vulg.	4,3	48,0	14,0	38,0

Vysvětlivky: Alch.vul. = *Alchemilla vulgaris* agg., Aven.fl. = *Avenella flexuosa*, Cal.vulg. = *Calluna vulgaris*, Cer.hol. = *Cerastium holosteoides*, Cirs.arv. = *Cirsium arvense*, Epil.ang. = *Epilobium angustifolium*, Nard.str. = *Nardus stricta*, Sen.ovat. = *Senecio ovatus*, Silen.dio. = *Silene dioica*, Tar.s.Rud. = *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, 2-K, 11-K, 18-K = kontrolní odběry.



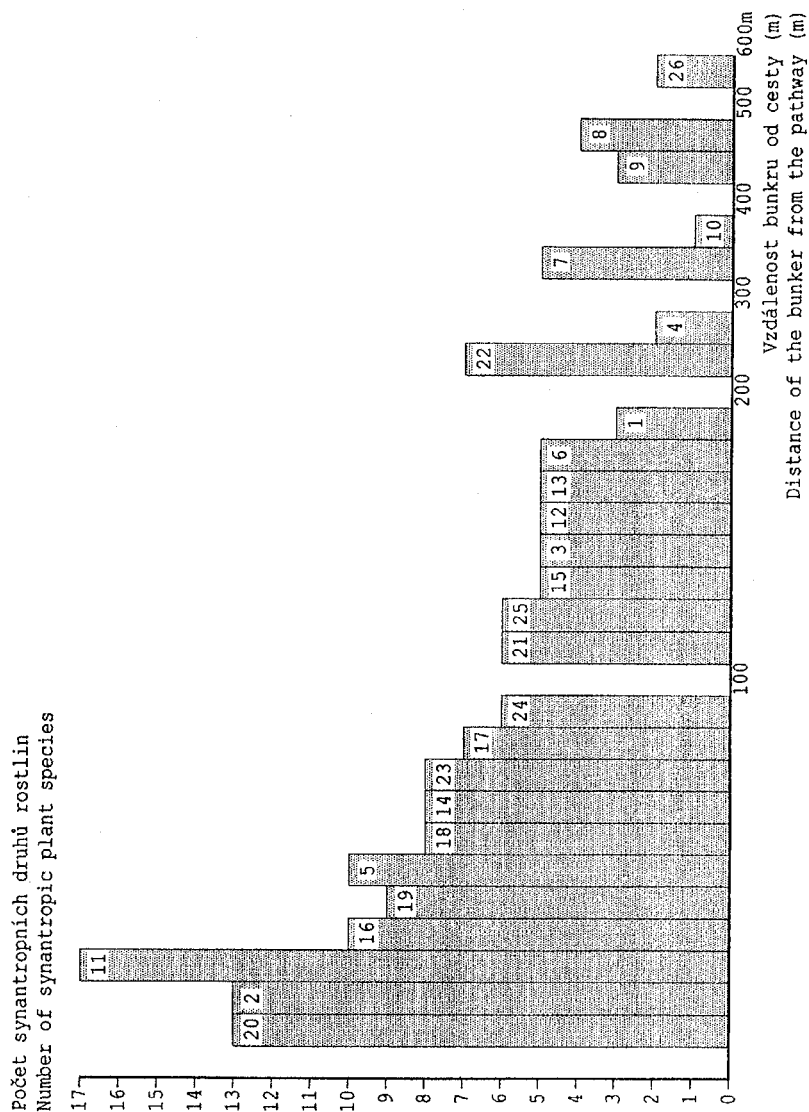
3 Číslo a lokalizace bunkru
Figure and localization of bunker

Obr. 1: Výšek z mapy západních Krkonoš s číselným vyznačením lokalizace bunkrů.
Fig. 1: A part of the map of the West Krkonoše Mts. with figures and localizations of bunkers.



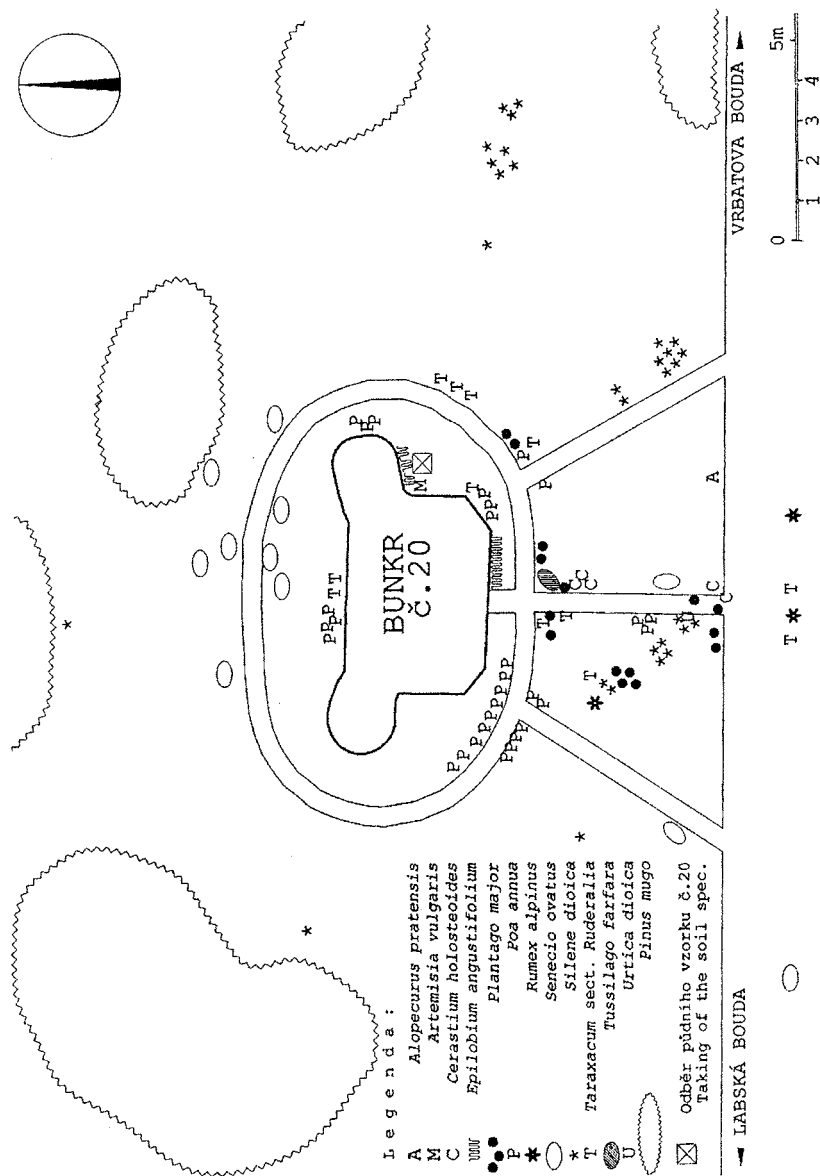
3 Číslo a lokalizace bunkru
Figure and localization of bunker

Obr. 2: Výsek z mapy východních Krkonoš s číselným vyznačením lokalizace bunkrů.
Fig. 2: A part of the map of the East Krkonoše Mts. with figures and localizations of bunkers.



Obr. 3: Počet synantropních druhů rostlin u jednotlivých bunkrů, ve vztahu ke vzdálenosti bunkru od cesty. (Ve sloupcích diagramu jsou uvedena čísla bunkrů.)

Fig. 3: Number of synanthropic plant species round the bunkers dependent on the distance from the bunker to the pathway. (In the columns of diagram are numbers of the bunkers.)



Obr. 4: Rozšíření synantropních rostlin u bunkru Ā. 20 (ukĀzka mapovĀnĀ).
Fig. 4: Distribution of synanthropic plants round the bunker No. 20 (illustration of mapping).