

1. Úvod

Historie člověka je již od pradávna spjatá s historií koní. Koně se významnou měrou podíleli na chodu dějin celého světa, nezapřeme jim ani velký vliv na vývoj lidské společnosti. Od chvíle, kdy člověk zkontroloval vládce stepí a začal ho chovat v uzavřených prostorách, se koním více či méně změnila podmínka, v nichž byli zvyklí žít a které jim vyhovují (Dobroruka a Kholová 1992).

Obliba koní v dnešní době stále stoupá a noví a noví lidé se rozhodují, že si pořídí koně. Následkem špatného ustájení, nedostatečné péče, nevhodné výživy či špatné veterinární péče dochází k zanedbávání koní a k nejrůznějším zdravotním komplikacím (Sode 1992). Mnoha onemocnění lze předejít správnou prevencí a ta by měla začínat u dodržování základních požadavků na ustájení a krmení. Kůň je původem stepní zvěře, které mělo vždy dostatek pohybu (Bird 2004) a (Edwards 1991). Tím, jak si ho člověk domestikoval a začal chovat ve stájích, tak se právě vlivem nedostatečného pohybu a dalších nevhodných podmínek mohou začít objevovat zdravotní problémy, jako je např. hniloba kopyt, infekce horních i dolních cest dýchacích, alergie způsobené částicemi plísní projevující se dušností nebo zažívací problémy (Ende 2000).

Z pohledu meteorologie a klimatologie se rozlišuje globální klima (zkoumá celý vzdušný obal Země), makroklima (zabývá se atmosférickými objekty v celé troposféře), mezoklima (studuje povětrnostní útvary do 1 až 1,5 km), mikroklima (klima přízemní vrstvy vzduchu spolu s aktivním povrchem) a kryptoklima (prostředí v uměle uzavřených prostorách) (Klabzuba a Kožnarová 2001).

Mikroklima stájí (kryptoklima) má na chovaná zvířata velký vliv, protože se v těchto uzavřených prostorách zdržují poměrně dlouhou část dne (v případě chovu prasat či skotu mnohdy i celé dny a noci). Utváří ho aktuální venkovní prostředí, fyziologické pochody zvířat, druh a počet ustájených zvířat, typ použité technologie, činnost strojů, lidí a v neposlední řadě i dodržování základních chovatelských zásad mezi něž patří pravidelné odklizení hnoje, omezování prašnosti kropením chodeb či pravidelné větrání (Kic 1996).

V zemědělských objektech je důležité zajistit účinné větrání stájových prostor. To musí odpovídat nárokům ustájených zvířat. Cílem větracího systému je přivedení čerstvého vzduchu do stájí a odvod vydýchaného vzduchu nasyceného stájovými plyny, prachem a vodní párou ven ze stáje (Kic a Brož 2000).

Ovšem poznatky ze zemědělské praxe dokazují, že stájové prostředí je v mnoha případech nevhodné a neodpovídá potřebám daného druhu a kategorie ustájených zvířat. Častým a i závažným proviněním bývá lidský faktor (Kic a Brož 1995).

Stájové prostředí má významný vliv kromě ustájených zvířat i na zaměstnance, vlastní stavby i jejich technologické vybavení (Kic 1996). Iniciátory koroze staveb jsou především vlhkost a zvýšený obsah stájových plynů (Hujňák 1997).

Chov hospodářských zvířat (především však skotu a prasat) má rovněž vliv i na životní prostředí. Proto by i ekologická hlediska měla být zohledňována v návrzích projektů, vlastní výstavbě a provozu. Technická opatření pro tvorbu stájového prostředí by měla plnění těchto požadavků účinně napomáhat (Kic 1996). Dodržováním doporučených parametrů stájového prostředí je možné navíc zajistit i úspory energie (Franěk a kol. 1965).

V této své diplomové práci chci navázat na svou bakalářskou práci „Vyhodnocení mikroklimatu uzavřených zemědělských prostor“, ve které jsem se zabýval vyhodnocováním mikroklimatu z pohledu teploty, vlhkosti a rosného bodu. Nyní bych chtěl zohlednit navíc i měření a vyhodnocování koncentrací stájových plynů – CO₂, CH₄, NH₃ a H₂S.

2. Historie, význam a využití koní

Koně řadíme mezi býložravé savce do řádu lichokopytníků (*Perissodactyla*), čeledě koňovitých (*Equidae*) a rodu *Equus*. V tomto rodu nalezneme mimo jiné i osly a zebry. Koně vynikají svou rychlostí pohybu, která jim v dobách, kdy žili v rozsáhlých stepích, zajišťovala možnost úniku před predátory. Jedná se o stádová zvířata. Některé druhy koňovitých savců se mezi sebou mohou křížit, ale takto vzniklí potomci již bývají sterilní (Watsonová 2003).

2.1 Historie vývoje koní

Lichokopytníci se na Zemi objevili v eocénu, ve třetihorách, zhruba před 54 miliony let. Pravděpodobně se vyvinuli z prakopytníků, kteří žili na přelomu druhohor a třetihor (Kholová 1996). První kůň byl vysoký zhruba 50 cm, na předních nohách měl čtyři a na zadních tři prsty, které mu umožňovaly pohyb po měkkém terénu. Jeho chrup byl uzpůsoben spásání měkkých listů pralesních rostlin. Jeho domovem byla Laurasie, která se později rozpadla na Severní Ameriku a Eurasii. To dokládají i jeho nálezy jak z Evropy, tak i Severní Ameriky (Mohr 1970).

Během eocénu koně v Evropě vymřeli. Na druhé straně se ale populace koní v Severní Americe začala rychle rozvíjet. Pravděpodobně se odsud šířili i na jiné kontinenty. V Severní Americe ovšem byly odlišné podmínky, než z jakých první koně pocházeli. Proto se koně museli těmto podmínkám přizpůsobit – ze zvířat žijících skrytě v pralesích se stali obyvatelé stepí (Babor a kol. 2009). Prodloužili se jim nohy, celkově se zvětšilo celé jejich tělo. Postupně začali vynikat rychlým během. To vedlo k postupné redukci počtu prstů na nohou. Ze samotářsky žijících zvířat se stala stádová zvířata. Protože místo měkkých bylin začali spásat tvrdší trávy, změnil se i jejich chrup (Kholová a Hošek 1996).

V poměrně nedávné minulosti koně v Severní Americe vymřeli a znovu se zde objevili až díky člověku. Současně se ale těžiště bouřlivého rozvoje koní přesunulo do dnešní Sibiře, Číny a Indie, kde tehdy panovaly pro koně příznivé podmínky. Z těchto oblastí se pak šířili do Evropy a zbytku Asie jako praví koně, do severní Afriky jako osli a do jižní Afriky jako zebry (Kholová a Hošek 1996).

Z celé geologické minulosti známe dohromady 70 rodů koňovitých. Ovšem všichni současní koně, osli a zebry patří do jediného rodu. Posledních několik miliónů let jsou lichokopytníci na ústupu a na jejich místo se tlačí sudokopytníci. Dokud do vývoje nezasáhl člověk, tak opouštěli své pozice jen pozvolna (Bílek a kol. 1958).

Do éry člověka přežily jen dva druhy koní – evropského divokého koně tarpana ještě člověk moudrý stihl vyhubit, ale asijského divokého koně Převalského se podařilo zachránit. Podnět ke studiu tohoto koně a k jeho záchraně dala zooložka doktorka Erna Mohrová (1894 – 1968). Požádala tehdejší zoologické zahrady o pomoc a spolupráci. Zjistila, že v roce 1956 žilo v lidské péči pouze 41 těchto zvířat. Nejvíc jich chovala ZOO Praha, a proto byla požádána o zorganizování 1. mezinárodního sympózia na ochranu koně Převalského a také o vedení plemenné knihy tohoto plemene. Koně Převalští mezitím ve volné přírodě vyhynuli, a tak se síly začaly postupně upínat k odchovu takového počtu koní a vytvoření vhodných podmínek ve volné přírodě, aby koně Převalští mohli být vypuštěni zpět do volné přírody. Realizace této myšlenky se uskutečnila až na přelomu 80. a 90. let minulého století (Volf 2002).

Dnes se původem jednotlivých druhů koní a jejich vzájemnými příbuzenskými poměry zabývá genetika. Studuje pořadí nukleotidů v jednotlivých úsecích dědičné informace. Analýzou těchto dat lze i přibližně určit dobu, kdy proběhla domestikace koní (Kholová a Hošek 1996).

2.2 Význam a využití koní

Pro nejstarší lidské civilizace představoval kůň zdroj potravy a surovin. Důkazem jsou malby ve španělských a francouzských jeskyních. Vlastní domestikace proběhla v 5. – 4. tisíciletí př. n. l. na území dnešní Ukrajiny. Člověk tehdy přišel na to, že by koně mohl využívat i jiným způsobem – jako tažné zvíře a později i jako jezdecké a soumarské zvíře (Navrátil 2000).

Velký význam měl kůň v armádě. Nejprve byl žádaný malý ale pohyblivý kůň s jezdcem lučištníkem, ve starověku se zase kůň zapřahal do lehkých dvoukolových vozů. Ve středověku se změnila potřeba a nároky na koně využitelného ve vojenství – byl žádaný mohutný a silný kůň. S vynálezem střelného prachu se opět změnil nároky na koně – nyní museli být opět pohybliví, rychlí, obratní, vytrvalí a učenliví. Lehká jízda byla vždy ozdobou a zároveň rozhodující zbraní v každé armádě. Za všechny bitvy, ve kterých hrál kůň hlavní roli, uvádím úspěch Alexandra Makedonského při vpádu do Persie (Brownstone a Franck 1999).

S rozvojem lidské civilizace začal mít kůň i význam v dopravě a zemědělství. Příznivá byla pro koně doba Marie Terezie a Josefa II. V této době se vydávají na tehdejší dobu velmi moderní dekrety o chovu koní, které mimo jiné upravovaly evidenci koní, zřizování hřebčínů a hřebčinců, označování koní, sledování zdravotního stavu, plemenitbu, selekci či šlechtění (ČZU 2011).

S postupným rozvojem techniky význam koně slábl a přesouvá se do kultury a především do sportu. V dnešním technicky vyspělém světě představuje kůň pro mnohé lidi prostředek k návratu k přírodě a k odreagování – k aktivnímu (chovatelství, jezdectví, vozatajství, dostihy, turistika) i pasivnímu (návštěvy dostihů, sázky) využití volného času (Modlínska 1994). Okrajový význam má kůň dnes v ekologii jako zvíře spásající obtížně přístupné plochy (vedle ovcí a koz), v lesnictví na stahování klád, v lékařství (hipoterapie, hiporehabilitace), v průmyslu a v kultuře (Navrátil 2007).

Význam koně v kultuře a sportu dle Navrátila (2007)

- Jezdecké soutěže
 - Parkur, drezura, voltiž
 - Westernové ježdění
 - Vyrvalostní závody (maraton)
- Záprahové soutěže
 - Parkury, drezura, kombinované
 - Závody spřežení
- Dostihy
 - Rovinové (klasické i cvalové)
 - Přebázkové, steeplechase (Velká pardubická)
- Jízdní policie, reprezentační vojenské jednotky
- Turistika, rekreace
- Hry - pushball, koňské pólo, skijöring (lyžování za koněm)
- Hubertova jízda
- Film, folklor – Jízda králů ve Vlčnově

3. Starokladrubský kůň

Toto původní české plemeno je zařazeno vedle českomoravského belgického koně a slezského norika do genových zdrojů ČR. Mezi tato speciálně chráněná plemena patří ještě populace huculského koně (Kosová 2011).

Starokladrubský kůň je chován v Národním hřebčíně v Kladrubech nad Labem od založení tohoto hřebčína Rudolfem II. v roce 1579 (Kholová a Hošek 1996). Pochází ze starošpanělských a staroitalských koní. V průběhu chovu se barva starokladrubských koní ustálila ve třech barvách – bělouši, vraníci a hnědáci. Do dnešní doby se však zachovali jen bělouši a vraníci. Zakladatelem stáda běloušů se stal vraník Pepoli (r. 1764). Jeho synové již ale dědili bílou barvu. Ta se v linii hřebce Generale vyskytuje až do dnešní doby. Jelikož se při požáru hřebčína ztratily veškeré chovatelské záznamy, tak se za oficiálního zakladatele chovu považuje hřebec Generale narozený v roce 1787 (Kholová 1996). Druhá linie nazvaná Generalissimus se od roku 1797 až na jedno přerušení v letech 1929 – 1941 chová do dnes. Vraníci se také chovají ve dvou liniích – a sice Sacramoso a Napoleone. V roce 1922 bohužel linie Napoleone zanikla. Chov těchto vraníků probíhá ve Slatiňanech (Polanský 1983).

Starokladrubský kůň je u nás v současné době nejstarším a zároveň i původním chovaným plemenem koní. Jedná se o národní kulturní památku. Nejprve sloužili císařskému dvoru a v zemském chovu. Bělouši byli určeni pro světský a vraníci pro církevní ceremoniál (Navrátil 2007). Vzhledem k tomu, že na pokrytí těchto všech potřeb bylo potřeba velké množství koní, tak se muselo chovat početné stádo klisen i hřebců. To mělo výhodu v tom, že byla zajištěna široká genetická rozmanitost. Tato situace ale netrvala věčně. Postupně docházelo k redukci počtu koní a po 1. světové válce dokonce vznikla potřeba rozšíření základního stáda. Pracnou regenerací, jejíž autorem byl prof. Bílek, byli koně zachráněni (Navrátil 2007). Užší příbuzenská plemenitba byla kompenzována selekcí. Jelikož i tak stádo bylo malé, muselo se přistoupit ke křížení s cizími plemeny koní. K těmto účelům se použil arabský polokrevník Shagya, který sice vyřešil některé exteriérové nedostatky, ale negativně ovlivnil mohutnost koní. Proto se dále použilo lipického plemene, konkrétně hřebce Favory (Polanský 1983) a (Hermsen 2007).

Kladrubský kůň představuje mohutného teplokrevníka – karosiera. Dosahuje hmotnosti 700 kg. Jeho charakteristickým znakem je klabonosá hlava s velkýma a výraznýma očima; dlouhý, svalnatý a klenutý krk; měkčí, delší a široký hřbet; svalnatá, široká a mírně skloněná zad'. Končetiny jsou poměrně silné, ale kostnaté. Vyniká strmější lopatkou a dlouhou přední holení. Pro kladrubské koně je typická vysoká akce předních končetin a pomalejší kadence. Toho se také využívá při jejich zapřáhání v kočárech (Polanský 1983), (Kosová 2011). Jeho populace dnes čítá cca 1300 koní (Navrátil 2007).

Jedná se o odolného, dlouhověkého a plodného koně s učenlivou povahou. Dospívá sice později ve srovnání s jinými plemeny, ale zato je zase výkonný, vytrvalý a pracuje až do stáří. Dnes se využívá jako kočárový kůň, v těžším tahu, k jízdě (Kholová 1996). Nyní se kladrubští koně uplatňují v soutěžích spřežení. Na dánském a švédském královském dvoře se používá pro slavnostní zápřeže (Národní hřebčín Kladruby 2012). Používá se také u nás pro nejrůznější ceremoniální účely. Jistě si všichni vzpomeneme na jejich účast při pohřbu Václava Havla v prosinci 2011.

4. Národní hřebčín Kladruby nad Labem

Jedna z prvních zmínek o Kladrubech nad Labem sahá až do roku 1491, kdy rodina Pernštejnů zakupuje pardubické panství a i kladrubskou oboru. V roce 1560 Jaroslav z Pernštejna prodává královské komoře pardubické panství včetně kladrubského dvora se zámečkem a oborou s chovem koní. V tomtéž roce dostává Maxmilián II. pardubické panství i s kladrubskou oborou. O tři roky později zde zakládá Maxmilián II. hřebčinec, čímž dává základy chovu koní v Kladrubech nad Labem. Nejvýznamnějším rokem v historii Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem je rok 1579, kdy císař Rudolf II. povyšuje původní koňskou oboru na císařský dvorní hřebčín. Tento rok se proto bere jako oficiální rok založení hřebčína.

Jelikož sem císař často jezdil, tak si zde nechal postavit zámek. Ten je doložen zprávou již z roku 1588. Jedná se o jednopatrový zámek v renesančním slohu, který v půdorysu připomíná písmeno „L“. V zámku je velké množství pokojů, které sloužily k ubytování hostů. K budově zámku se později přistavěl i kostel a na druhé straně správní a provozní budova. V roce 1722 byl zámek barokně přestavěn, nevylučuje se ani spoluúčast Kiliána Ignáce Dienzenhofera. V roce 1757 zámek, kostel i některé stáje vyhořely. Přitom se zničily i plemenářské záznamy. Ovšem Josef II. v roce 1770 dává hřebčín znovu vystavět. Staví se i nové stáje na Josefově a v roce 1831 i v Selmicích. V letech 1836 až 1844 se staví nové empírové stáje v Kladrubech nad Labem. Za poslední významnou změnu může císař František Josef II., který nechává zámek pseudorenesančně přestavět. Do roku 1918 zůstává zámek a hřebčín v majetku císařské rodiny.

Od roku 1918 je hřebčín i zámek pod správou státu. V roce 1945 se zakládá Výzkumný ústav pro chov koní ve Slatiňanech a o 7 let později zahajuje činnost kladrubské učiliště vychovávající odborníky v chovu koní a jezdeckví. V roce 1995 je starokladrubský kůň uznán kulturní památkou, v roce 2002 je jak kladrubský hřebčín, tak i kmenové stádo běloušů uznáno národní kulturní památkou. Od roku 2003 se obnovují Jezdecké dny konané vždy na konci června a i další akce hřebčína (www.nhkladruby.cz).

V nedávné době změnil Národní hřebčín v Kladrubech nad Labem typ právnické osoby, kdy ze státního podniku přešel na státní příspěvkovou organizaci. To se učinilo proto, aby hřebčín mohl lépe čerpat finance i z fondů Evropské unie. Pozitivem této změny bylo získání financí na opravu kanalizace v celém objektu hřebčína.

Do blízké budoucnosti se plánuje postupně opravit většinu stájí jak v Kladrubech nad Labem, tak i Selmicích, dále pak kostel a budovu zámku. Uvažuje se i o zbourání dnešní ubytovny s jídelnou v přízemí a postavení nové moderní administrativní budovy s novou jídelnou jak pro zaměstnance Národního hřebčína, tak i pro návštěvníky.

Střet památkové ochrany a welfare zvířat

Dozvěděl jsem se, že Státní památková ochrana měla v plánu využít plánovaných velkých rekonstrukcí stáji k tomu, aby prosadila svůj návrh použít do některých stájí typ oken, který zde byl přibližně před rokem 1970, před poslední velkou rekonstrukcí stáji.

Tato myšlenka se ale moc nelíbila jak mnohým zaměstnancům Národního hřebčína, tak i pracovníkům Výzkumného ústavu živočišné výroby v Praze Uhřetěvesi. Obávali se totiž, že tato okna by dostatečně nezajišťovala ventilaci vzduchu, především v letních měsících při malé rychlosti větru. Dalším negativem by mohl být i nedostatek světla ve stáji.

Bohužel žádná relevantní data z dob, kdy zde v Kladruzech tento typ oken byl instalován, nejsou, a tak není možné provést nějaké srovnání. V Národním hřebčíně se sice provádělo dost měření, ale získaných informací je i přesto žalostně málo. Proto to jednu chvíli vypadalo tak, že bych se v této diplomové práci zabýval i řešením tohoto problému a že výsledkem mé práce by bylo i posouzení, zda instalace typu oken, které by odpovídaly oknům zde instalovaným před rokem 1970, ovlivní nebo neovlivní chov koní ve stájích Národního hřebčína.

Nově památkáři navrhovaná okna byla zhruba polovičního rozměru než stávající okna. Z hlediska zaměření mé diplomové práce bych posuzoval pouze koncentrace stájových plynů, vlhkost vzduchu a proudění vzduchu. Rovněž bych mohl srovnat mikroklima stáje s venkovním prostředím na základě teploty a rosného bodu. Množstvím světla ve stáji bych se nezabýval.

Jelikož památkáři se nakonec svého plánu instalace polovičních oken vzdali a dali přednost zajištění vhodných zoohygienických podmínek pro chov koní v Kladruzech nad Labem, tak zde jen rámcově uvedu, jak bych při řešení tohoto problému postupoval:

- bylo by nutné, abych interval svých pravidelných 24 h měření stájových plynů zdvojnásobil na 48 hodinový a zajistil, aby při první etapě měření, která by trvala 24 h, byla okna standardně otevřena dle potřeby (tedy především podle roční doby) a ve druhé 24 h etapě na ní těsně navazující, aby byla modelována poloviční velikost oken – tzn. okna by mohla být maximálně otevřena na 50 %; tohoto stavu by se dosáhlo buď tím, že by všechna okna byla otevřena na max. 50 % a nebo střídavě otevřena lichá či sudá okna
- protože koncentrace plynů se může zvyšovat s určitým zpožděním, bylo by asi i vhodné provést ještě třetí 24 h měření stájových plynů a to těsně po dokončení druhé části; pokud by se naměřené údaje příliš nelišily od údajů z prvního měření, dalo by se prohlásit, že se stájové plyny ve stáji ani při modelaci použití polovičních oken nekonztrují
- termín měření stájových plynů by se musel určit tak, aby se v průběhu jednoho měřicího cyklu (dvou, respektive tří dnů) příliš neměnil ráz počasí – tedy aby se například nezačalo měřit při jasném klidném počasí a venkovní teplotě 35 stupňů Celsia a druhý den aby nepřišla studená fronta s velkým větrem, který by jistě měl velký vliv na výměnu vzduchu ve stáji

- musel by se pravděpodobně provést i větší počet měření (cyklů) a sledovat čas a dobu, kdy jsou otevřená vrata stáje a kdy se ve stáji provádí nejrušnější práce (odklízení hnoje, navážení sena či slámy atp.)
- při vyhodnocování koncentrace stájových plynů a vlhkosti bych se zaměřil na to, jak se liší údaje naměřené při běžně otevřených oknech s údaji, kdy jsou okna otevřená jen maximálně na 50 %; tím bych zjistil, zda poloviční okna mají nebo nemají vliv na chov koní

5. Mikroklima ve stájích

Úspěšný chov jakýchkoliv zvířat je podmíněn několika faktory. Mezi ty nejdůležitější se řadí:

- zajištění potřebného mikroklimatu odpovídajícím druhu a věku chovaných zvířat
- zajištění správné výživy zvířat
- dodržování plemenářské a šlechtitelské práce
- zajištění veterinární péče.

V žádném případě by se nemělo dbát jen na zajištění optimálních ekonomických parametrů chovu zvířat, neboť špatné podmínky vedou k nejrůznějším zdravotním komplikacím a i snížení užitkovosti zvířat, což se s několikadenním zpožděním promítne zpět i do ekonomiky chovu zvířat (Ende 2000) a (Zeman 1976).

5.1 Časoprostorové kategorie klimatu

Meteorologie a klimatologie studuje atmosférické procesy, vzájemné souvislosti a proměnlivost meteorologických prvků a to v prostoru i čase. Proto se také setkáváme s pojmy globální klima, makroklima, mezoklima, mikroklima, kryptoklima a mikroklima stájí. Vymezení jednotlivých pojmů není přesně ohraničené, některé se překrývají (Klabzuba a Kožnarová 2002).

5.1.1 Globální klima

Globální klima sleduje meteorologické děje probíhající vertikálně v celém vzdušném obalu Země a horizontálně v desítkách tisíc kilometrů. Chceme-li dospět k nějakému tvrzení s obecnou platností, musíme mít informace z několika set let. Zatím není významně ovlivňováno činností člověka (Klabzuba a Kožnarová 2002).

5.1.2 Makroklima (z řeckého *makros* = velký)

Makroklima se zabývá atmosférickými objekty o velikosti stovek až tisíc kilometrů, které zasahují celou troposféru. Jedná se tedy o tlakové níže a tlakové výše. Také zatím není významně ovlivňováno člověkem. Ke studiu zákonitostí je třeba znát stav počasí za několik dnů, z klimatologického hlediska je nutno brát horizont několika desítek let (Klabzuba a Kožnarová 2002).

5.1.3 Mezoklima (z řeckého *mezos* = střední, místní, lokální)

Mezoklima studuje děje probíhající do výšky 1 až 1,5 km nad zemským povrchem. Předmětem zájmu jsou tedy povětrnostní útvary menších rozměrů (desítky až stovky kilometrů). Jde tedy o atmosférické fronty, silné místní bouřky, klima velkoměst nebo klima v imisních oblastech. Mezoklima je již ovlivňováno člověkem. Pro studium

a vyhodnocování záznamů je nutné brát údaje za několik hodin nebo dnů (Klabzuba a Kožnarová 2002).

5.1.4 Mikroklima (z řeckého *mikros* = malý)

Mikroklima je definováno jako klima přízemní vrstvy vzduchu spolu s aktivním povrchem. Běžně v přírodě má na mikroklima vliv tvar terénu (údolní chladné kotliny, slunné teplé jižní stráně), druh a charakter aktivního povrchu (porost, vodní plocha, holé skály). Mikroklima se dále dělí na:

- mikroklima přírodních povrchů bez vegetace (pouště, skály, vodní plocha, led)
- mikroklima přírodních povrchů s nízkým rostlinným krytem (polní plodiny, louky)
- mikroklima přírodních povrchů s vysokým rostlinným krytem (les, chmelnice)
- mikroklima umělých povrchů (zastavěné plochy, silnice).

Vertikální rozměry mikroklimatu nepřesahují desítky metrů, časové změny trvají minuty až hodiny. Vyskytuje se turbulentní proudění s častými změnami. V kulturní krajině je velký vliv člověka na mikroklima (Klabzuba a Kožnarová 2002).

5.1.5 Kryptoklima (z řeckého *kryptos* = skrytý)

Kryptoklima se může poměrně značně odlišovat od venkovního prostředí. Jedná se totiž o prostředí charakterizované trvalým oddělením od okolí (skleník, stáj, sklad, dům, pokoj). Ovšem ještě specifičtější a lépe technologicky oddělené jsou prostory lůhny, mrazíren nebo klimatizované sklady pro potraviny, které využívají řízenou atmosféru (je zde stálá teplota, vlhkost a chemické složení vzduchu).

V uzavřených objektech živočišné výroby má významný vliv na kvalitu vzduchu počet a druh ustájených zvířat z jejichž těl a z dýchání se tvoří vodní pára. Svými fyziologickými pochody pak zvyšují koncentrace oxidu uhličitého, metanu, amoniaku a sirovodíku. Pohybem zvířat se pak zvyšuje prašnost. Nesmí se také zapomenout na skutečnost, že zvířata prostor stáje ohřívají. Na kvalitu vzduchu má vliv také použitá technologie, která může omezovat a nebo nefunguje-li dobře, tak i podporovat kondenzaci vodní páry, zatékání vody, skleníkový efekt, šíření hluku, vibrací a záření.

Pro stájové mikroklima je velmi důležitý i světelný režim (intenzita osvětlení, délka světelné periody – střídání dne a noci, rovnoměrnost, kontrast, stínivost, barevná teplota zdrojů světla nebo oslnění (Klabzuba a Kožnarová 2002). Vzhledem k zaměření této práce se již dále nebudu světelným režimem zabývat.

5.1.6 Mikroklima stájí

Mikroklima stájí představuje soubor fyzikálních, chemických a biologických vlivů. Pro chovaná zvířata má největší význam tepelně – vlhkostní režim, který se definuje jako teplota vzduchu ve stáji, vlhkost vzduchu a rychlost proudění vzduchu. Klabzu-

ba a Kožnarová (2002) ve své práci uvádějí, že na stejné úrovni významnosti jako tyto tři veličiny je i chemické a fyzikální složení vzduchu. Dokladují to tvrzením, že 1 dojnice o hmotnosti 550 kg za rok využije 32 tun vzduchu, což odpovídá stejné hmotnosti krmiv a vody za tutéž dobu. Po objemové stránce však vzduch představuje 250x objemu vody a krmiva.

Stáje se konstrukčně musí řešit tak, aby z dlouhodobého hlediska umožňovaly naplnění požadavků na mikroklima z pohledu chovaných zvířat (tyto požadavky upravují příslušné normy). Zároveň musí i respektovat zajištění bezpečnosti a ochraně zdraví při práci člověka (Vejščík, 2001).

Nevyhovující mikroklima se podle Štolce (1996) poměrně rychle promítne do užitkovosti a poté i do zdravotního stavu chovaných zvířat. Jelikož je mikroklima poměrně úzce vázané na venkovní prostředí, je potřeba, aby byla zajištěna možnost regulace vnitřního prostředí, a to:

- umístěním stáje podle převládajícího směru proudění vzduchu
- zateplit stáj (zejména stěny orientované na sever a nebo proti převládajícím větrům)
- dodržovat maximální počet zvířat na jednotku plochy
- použít adekvátní technologii v chovu (intenzita větrání, zdroj tepla, způsob krmení a odklizení hnoje, náhradní zdroj při výpadku elektřiny)
- dodržovat druh a věk zvířat, pro něž byla stavba vyprojektována
- zajistit, aby nemocná nebo zraněná zvířata nebyla chována společně s ostatními zvířaty.

Nároky na jednotlivé stáje, byť jsou zamýšleny pro chov jednoho a téhož druhu zvířat totožného věku, se v rámci celé České republiky liší. Záleží to totiž na místním klimatu, na nadmořské výšce. Na jedné straně musíme zajistit větrání vodní páry a stájových plynů a na druhé straně musíme po chladnou část roku šetřit teplem, které produkují samotná zvířata a které je v mnohých stájích jediným zdrojem tepla (Klabzuba a Kožnarová 2002) a (Pytloun a kol. 1994).

5.2 Složení stájového vzduchu

Stájový vzduch se vždy liší od vzduchu mimo uzavřený prostor. Míra odlišnosti je dána typem zemědělského provozu. Obecně platí, že ve stájích je vyšší vlhkost, koncentrace stájových plynů a někdy i mikrobů. Prašnost závisí především na typu podestýlky (Brunsch 1996).

Vodní pára představuje poměrně závažný zoohygienický problém. Negativně působí také na použité technologie a i na stavbu samotnou. Vytváří se dýcháním zvířat, výparem z jejich těl a usycháním mokřých ploch. Nejčastěji se udává jako relativní vlhkost. Setkáváme se ale i s označením absolutní vlhkost nebo teplota rosného bodu. O tom, kolik vodní páry bude ve stáji obsaženo, rozhoduje míra produkce páry

ve stáji, intenzita větrání a teplota s vlhkostí vzduchu mimo stáj (Klabzuba a Kožnarová 2002).

Oxid uhličitý (CO₂) patří mezi stálé stájové plyny. Běžně bývá v koncentracích 0,1 – 0,3 % objemových. Ve stájích se ovšem vyskytuje ve zhruba desetinásobné koncentraci oproti volné atmosféře. Pokud se vyskytuje v přípustných koncentracích, tak nemá negativní dopad na chovaná zvířata.

Amoniak (NH₃) se tvoří z močůvky a z mokrého steliva. S oxidem uhličitým a dalšími látkami vytváří komplex amonných solí, které se v závislosti na teplotě rozkládají a opětovně slučují. Je sice lehčí než vzduch, přesto ale jeho nejvyšší koncentrace nacházíme v místě jeho vzniku – u podestýlky, podlahy či v odpadních kanálcích. Klabzuba a Kožnarová (2002) uvádějí, že nejvyšší přípustná koncentrace ve stáji je **20 mg/m³**. Pokud amoniak cítíme, znamená to, že jeho koncentrace je překročena nejméně pětinašobně.

Sirovodík (H₂S) se vytváří především trávením, a to je-li zkrmována bílkovinná potrava se zvýšeným obsahem síry. S tímto plynem nebývá problém, protože se snadno detekuje čichem dříve než dosáhne škodlivých koncentrací (**0,01 % obj.**). Sulfan je prudce jedovatý, i v menších dávkách může způsobit smrtelné otravy (včetně okamžité smrti bez morfologických změn). Jeho účinky jsou podobné jako u kyanovodíku. Postihuje především CNS, konkrétně dýchací centrum.

Sulfan má dráždivý i dusivý účinek. Dráždí dýchací ústrojí a oči (podráždění se objevuje při dlouhodobější expozici již u koncentrací 10,5 - 21,0 ppm). Při koncentracích 1000 - 2000 ppm se sulfan rychle vstřebává do krve a způsobuje nejprve zrychlené dýchání, které je později vystřídáno zástavou dechu. Vyšší koncentrace okamžitě paralyzují dýchací centrum. To bez resuscitace může vést ke smrti udušením.

Při koncentracích 100-1000 ppm je nejčastější příčinou smrti edém plic. Čichem jsou rozpoznatelné již koncentrace 0,0005-0,13 ppm (podle individuální citlivosti), nicméně vysoké koncentrace rychle paralyzují čichové buňky, proto zápach plynu ztrácí svoji varovnou funkci.

Metan (CH₄) neboli bahenní plyn je nejjednodušší alkan a tedy nejjednodušší uhlovodík vůbec. Jedná se o netoxický plyn bez barvy a zápachu, je lehčí než vzduch. Teplota samovznícení je sice 595 °C, ale k iniciaci může dojít i elektrickou jiskrou nebo otevřeným plamenem. Proto se musí pravidelně sledovat koncentrace tohoto plynu, zejména v uzavřených prostorech (v dolech). V přírodě se metan vyskytuje:

- v atmosféře, kam se dostává jako produkt rozkladu látek biogenního původu, nebo jako produkt metabolismu velkých přežvýkavců; z termitišť a z rýžovišť
 - v podzemí:
 - jako hlavní složka zemního plynu
 - jako součást důlního plynu v dolech
 - rozpuštěný v ropě
 - rozpuštěný ve vodě některých jezer, zvláště v Africe
 - tvoří bublinky pod ledem rozmrzajícího permafrostu, například na Sibiři
- Zhruba 90 % metanu na Zemi bylo vyprodukováno živými organismy, zbytek pochází ze sopečné činnosti a dalších zdrojů.

Jeho velkou nevýhodou je schopnost pohlcovat infračervené záření a tím tak významně přispívá ke skleníkovému efektu na Zemi. Udává se, že je přibližně 20x účinnější než oxid uhličitý. V atmosféře dosahuje zhruba 9x nižší koncentrace než oxid uhličitý (0,004 % methanu a 0,037 % oxidu uhličitého).

Prach se ve stáji tvoří nejrůznějším způsobem. Dosahuje poměrně různých velikostních kategorií a tomu odpovídá i rychlost sedimentace. Jeho obsah ve vzduchu souvisí s mikrobiálním znečištěním. Nejčastějším jeho zdrojem jsou sypká krmiva a stelivo. Velmi nebezpečný je prach obsahující metabolity roztočů, které žijí na zbytcích srsti, peří a nebo kůži. Vyšší koncentrace prachu, kterým je zvíře a nebo i člověk dlouhodoběji vystaven je závažný problém. Má totiž infekční, dráždivé a alergenní účinky. Jeho škodlivost zvyšuje i absence ultrafialového slunečního záření ve stájích (Klabzuba a Kožnarová 2002). Proto se také doporučuje do prašnějších provozů instalovat UV zářiče.

Ve stáji se můžeme také setkat s různými specifickými a mnohdy špatně měřitelnými **zápachy**. Jeho zdroji mohou být nedostatečná čistota a větrání nebo zkažené krmivo.

5.3 Teplotně-vlhkostní režim ve stájích

5.3.1 Tepelná pohoda

Tepelná pohoda je stav, kdy člověk a nebo chované zvíře nepocítuje ani chlad ani horko. Na druhé straně, situaci kdy jedinec cítí zimu, horko nebo dusno označujeme jako **termický diskomfort**. Výsledný tepelný pocit je závislý na mnoha faktorech:

- biologické (druh, věk, pohlaví zvířete, jeho zdravotní stav, tělesná kondice, stupeň aklimatizace),
- fyzikální (teplota a vlhkost vzduchu, proudění vzduchu). Zároveň dochází k vyzařování energie (sálání), což ovlivňuje povrchová teplota účinných ploch.

Teplota vzduchu má na zvíře tím větší vliv, čím větší je rozdíl mezi teplotou vzduchu a tělesnou teplotou. Se zvyšující se vlhkostí vzduchu se zvyšuje tepelná vodivost a to má větší vliv na pocit tepelné pohody. Proudění vzduchu má vždy účinek na organismus – záleží přitom jen na tom, zda teplota vzduchu je vyšší nebo nižší než je tělesná teplota. Pak zvíře (člověk) pocítuje buď horko a nebo zimu. Negativním důsledkem vyšší rychlosti proudění a chladného vzduchu je zchlazování (refrigerace). Pro malá a nebo mladá zvířata je velmi negativní působení přízemních studených průvanů. Ty mohou totiž velmi snadno unikat pozornosti ošetřovatelů. Výsledný pocit záleží na tepelné bilanci organismu – na produkci tepla a na ztrátách tepla do okolí.

5.3.2 Tepelná bilance těla teplokrevných živočichů

Tělo teplokrevných živočichů stále produkuje teplo. Jeho množství závisí na životních funkcích organismu – na tzv. bazálním metabolismu a na fyzické zátěži. Teplo se vytváří při trávení potravy. Z toho také vyplývá, že čím větší je zátěž organismu, tak tím vyšší je spotřeba energie a zároveň tím víc tepla se vytváří. Po většinu roku se zvířata vyskytují v prostředí s nižší teplotou než je teplota jejich těla a z toho tedy vyplývá, že se teplo z jejich těl stále odvádí do okolního prostředí. Tepelná výměna je velmi složitý biofyzikální proces, ovlivňuje ho mnoho faktorů. Každé zvíře se snaží zachovat stálou teplotu těla – využívá termoregulace. Tělo živočicha je vystaveno nejmenšímu tepelnému stresu když se teplota vyskytuje v termoneutrální zóně. Jedná se o takovou teplotu, která se blíží teplotě těla a která odpovídá teplotnímu komfortu (Trávníček a kol. 1998).

Pokud je teplota nižší než termoneutrální zóna, mluvíme o stresu z chladu. Míra tohoto stresu závisí na teplotním rozdílu mezi teplotou těla a teplotou okolního vzduchu. Organismus se snaží s touto situací vyrovnat. Nejprve se sociálně žijící zvířata shlukují k sobě, aby tak minimalizovala povrch svých těl. To je typické např. pro prasata, která při vystavení stresu z chladu si lehají těsně k sobě. Další reakcí organismu je omezení krevního oběhu jen na základní oběh – zajistí se zásobování krví do všech orgánů a hlavních svalů; okrajové části těla se prokrvují méně, aby se tělo tolik neochlazovalo. Při delším vystavení chladu se dostaví svalový třes. Ten zajišťuje minimální tvorbu tepla. Pokud organismus již nestačí produkovat dostatečné množství tepla, nastává hypotermie (Sambras 1998) a (Sidor 1988).

Opakem hypotermie je hypertermie. Jedná se o stav přehřátí organismu. I proti nadměrné teplotě se dokáže po určitou dobu organismus bránit pomocí termoregulace. Zvíře vystavené horku má zvýšenou dechovou frekvenci, chladí se potem, který se vypařuje z jeho těla. Psi při horku dýchají otevřenou tlamou. U některých zvířat se setkáváme i s chemickou termoregulací při chlazení organismu. Z poznatků etologie vyplývá, že zvířata vystavená horku hledají na pastvině místa ve stínu pod stromy, ráda se chladí ve vodě, omezují příjem potravy a naopak stoupá jejich potřeba pít. To je důležité pro chovatele, aby si to uvědomili a zajistili chovaným zvířatům neomezený přístup k vodě. Zvířata chovaná trvale ve stájích (nejčastěji skot) je vhodné při dlouhotrvajících vedrech zchlazovat pomocí rosícího a nebo zkrápěcího zařízení (Sambras 1998) a (Sidor 1988). Je-li zvíře dlouhodobě vystaveno stresu z chladu a nebo z horka, nastává smrt z chladu a nebo smrt z přehřátí.

Každé zvíře se snaží zachovat svůj termický komfort. Proto nadbytečnou tepelnou energii odvádí do okolí. Hovoříme tak o suchém a mokřím ochlazení. **Suché ochlazení těla** představuje předávání nadbytečného tepla do ovzduší konvekcí a nebo do okolních ploch radiací. Ležící zvířata mohou nadbytečné teplo odvádět do podlahy kondukcí (vedením). Množství odvedeného tepla přitom závisí na druhu materiálu, ze kterého je podlaha vyrobena. Chladný beton pojme až 6x víc tepla než dřevo. Záleží také samozřejmě i na výšce podestýlky a na tom, zda tato podestýlka je či není mokrá. **Mokré ochlazení těla** spočívá v odvádění tepla pomocí vypařování potu z kůže evaporací a nebo výpar vody z dýchacího ústrojí respirací (Klabzuba a Kožnarová 2002).

5.3.3 Teplota

Teplota vzduchu je poměrně snadno měřitelnou fyzikální veličinou, která vypovídá o aktuálním stavu atmosféry. V meteorologii a klimatologii se teplotou vzduchu rozumí teplota vzduchu v zastíněném prostředí (v meteorologické budce) ve výšce 2 metry nad zemí. Dále se ještě zjišťuje přízemní minimální teplota vzduchu, která se měří v 5 cm nad zemským povrchem. Rozdíl mezi oběma teplotami může dosáhnout až 40 °C. Nejvyšší hodnoty teploty vzduchu v průběhu dne zaznamenáváme okolo 14 h. Naopak nejnižší hodnoty teploty vzduchu se obvykle naměří přibližně 1 hodinu před východem Slunce.

Měří se ale i teplota půdy. Pro ní je charakteristický užší interval hodnot než s jakým se setkáváme u teploty vzduchu. Nejvyšší hodnoty teploty půdy zaznamenáváme cca ve 13 h, nejnižší opět 1 hodinu před východem Slunce.

Názvy dní podle teploty vzduchu

- Arktický den - maximální teplota vzduchu musí být nižší než a nebo rovna - 10°C.
- Ledový den - maximální teplota vzduchu musí být nižší než a nebo rovna 0°C.
- Mrazový den - minimální teplota vzduchu musí být nižší než a nebo rovna 0°C.
- Letní den - maximální teplota vzduchu musí být vyšší než a nebo rovna 25°C.
- Tropický den - maximální teplota vzduchu musí být vyšší než a nebo rovna 30°C.
- Tropická noc - teplota v noci nesmí klesnout pod 20°C.

Teplotu vzduchu měříme **teploměrem**. Podle principu fungování rozlišujeme teploměry: kapalinové (využívá teplotní roztažnosti teploměrné kapaliny jako je líh a rtuť), bimetalové (využívá bimetalový pásek - pásek složený ze dvou kovů), plynové, odporové, termoelektrické a radiační. První jednoduchý teploměr vytvořil v 17. století slavný profesor Galileo Galilei.

K měření teploty se používají různé stupnice. Existuje několik druhů teplotních stupnic. Ve vědě se nejčastěji používá termodynamická stupnice. V běžném životě potom v Evropě využíváme stupně Celsia. Severní Amerika preferuje Fahrenheitovu stupnici. Ve Francii je historicky používána i stupnice sestavena Réamurem. Stupeň Celsia je jednotka teploty, kterou vytvořil švédský astronom Anders Celsius. Celsiova stupnice vychází ze 2 důležitých teplot: 0 °C pro teplotu tání vody a 100 °C pro teplotu varu vody.

Bilance tepla ve stáji

Bilance tepla ve stáji závisí na množství tepla vyprodukovaného chovanými zvířaty a případně i technologickými postupy (běžící motor ohřívá vzduch) na jedné straně a úniky tepla do okolí na straně druhé. Teplo se do stáje také může přenášet ze stěn a zejména pak z rozehráté střechy stáje, což může být poměrně závažný problém. Dalším zdrojem tepla mohou být i větrací systémy, které do stáje vhánějí rozehrátý vzduch z prostoru před stájemi. To může zejména v letních měsících způsobovat komplikace. Nesmíme také zapomenout na oslunění a nebo i umělé zdroje tepla – z vytápění v chladnějších měsících roku. Teplo se také může tvořit v podestýlce. To na jedné

straně může eliminovat ztráty tepla zvířat při ležení, ale na druhé straně se v takovémto prostředí snadno šíří parazitózy.

Ztráty tepla se odvíjí od aktuálních podmínek panující mimo stáj – především na rozdílu teplot ve stáji a venku a na rychlosti proudění vzduchu. Ztráty tepla mohou úspěšně eliminovat použité konstrukce stáje. Řízené ztráty tepla docílíme správně nastaveným větracím systémem a podporou výparu z těl zvířat i z mokrých povrchů po zkrápění či rosení.

Legislativním paradoxem je skutečnost, že teplota vzduchu ve stáji v České republice není přesně definována – tedy není určeno kde a jakým způsobem by se takové měření mělo provádět. Příslušné normy ale stanovují interval optimálních teplot pro jednotlivá zvířata i se zohledněním jejich věku. V praxi se teplota měří v životní zóně zvířat ve vnitřním prostoru stáje. Dalším nedostatkem norem je skutečnost, že nejsou definovány teploty povrchů ve stáji, ze kterých se vypočítává tepelná bilance a počítá se s nimi z hlediska stavebních, zoohygienických a veterinárních hledisek – ovlivňují kondenzaci vodní páry a tím i navlhání staveb, korozi a případně skapávání vody na zvířata (Klabzuba a Kožnarová 2002).

Teplota vzduchu ve stáji je charakteristická tím, že se poměrně nerovnoměrně mění v prostoru i čase. Nejvíc ji ovlivňuje venkovní teplota, rychlost a směr proudění větru, druh, věk, počet a hmotnost zvířat a také nejruznější chovatelské operace (odklizení hnoje, dovoz steliva a krmiva nebo veterinární zákroky). Z mnohých měření vyplývá, že teplota vzduchu ve stáji má určitý denní chod, který je závislý na přítomnosti zvířat ve stáji a na práci ošetřovatelů. V některých případech můžeme dokonce vysledovat týdenní periodicitu, která je dána sociálními vlivy (Klabzuba a Kožnarová 2002).

Pro zvířata jsou tedy z hlediska teploty nejkritičtější dvě údobí: období déletrvajících mrazů a období dlouhých letních veder, které může být ještě umocněno bezvětrím a nebo skutečností, že stáj je uzavřena od okolí. Na jaře a na podzim nebývají s teplotou ve stáji žádné problémy (Klabzuba a Kožnarová 2002).

Zoohygienické požadavky koní na teplotu stájového vzduchu

Kategorie koní	Teplota ve °C	
	minimální	optimální
<i>Tažní koně</i>	1	6 – 15
<i>Sportovní koně</i>	5	10 – 18
Klisny s hříbaty	10	15 - 22

Zdroj: Kic, P.: Tvorba stájového prostředí. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR v Praze, 1995.

5.3.4 Vlhkost

Vlhkost patří k základním vlastnostem vzduchu. Udává, kolik vody v plynném stavu (vodní páry) je obsaženo v daném množství vzduchu. Pro vlhkost je charakteristické, že se poměrně často mění a liší se také od místa k místu. Pro meteorologii a klimatologii má vlhkost velký význam – je na ní totiž závislé počasí a podnebí.

Pro vyjádření množství vodních par ve vzduchu slouží hned několik charakteristik: tlak vodní páry (sytnostní doplněk), absolutní vlhkost vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, rosný bod (deficit rosného bodu) a měrná vlhkost vzduchu.

Absolutní vlhkost vzduchu vyjadřuje hmotnost vodní páry obsažené v jednotce objemu vzduchu. V meteorologii se vyjadřuje nejčastěji v gramech vodní páry na metr krychlový vzduchu. Je-li m hmotnost vodní páry v daném objemu V , pak absolutní vlhkost vzduchu lze vyjádřit jako

$$\Phi = \frac{m}{V} [\text{g.m}^{-3}]$$

Relativní vlhkost vzduchu udává poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a množstvím par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení. Udává se v procentech (%). Relativní vlhkost se též někdy označuje jako poměrná vlhkost. Je-li m hmotnost vodní páry, která je ve vzduchu obsažena, a M hmotnost vodní páry, kterou by obsahoval stejný objem vzduchu, kdyby byl při stejné teplotě a tlaku vodními parami nasycen, pak lze relativní vlhkost vzduchu vyjádřit jako

$$\phi = 100 \frac{m}{M} [\%]$$

Tento vztah lze s pomocí výrazu pro absolutní vlhkost vzduchu přepsat ve tvaru

$$\phi = 100 \frac{\Phi}{\Phi_n} [\%],$$

kde Φ_n označuje absolutní vlhkost vzduchu nasyceného vodními parami.

Vzhledem k tomu, že množství sytých par závisí především na teplotě vzduchu, mění se relativní vlhkost vzduchu s jeho teplotou i přesto, že absolutní množství vodních par zůstává stejné. Tato vlastnost má velký význam při vzniku oblaků a tím i tvorbě počasí.

Vodní pára se do atmosféry dostává výparem z vodních ploch, půdy, ale i z těl rostlin a živočichů. Proto u povrchu Země a u velkých vodních ploch je vzduch vlhčí než třeba hluboko ve vnitrozemí. Vodní pára ale nevzniká jen z vody v kapalném skupenství, ale i z ledu. Tomu říkáme sublimace. Rychlost výparu závisí na teplotě a stupni nasycení vodními parami.

Množství vodní páry ve stáji určuje teplota vzduchu ve stáji (teplejší vzduch obsahuje víc vodní páry než chladnější vzduch). Je-li vzduch vodní párou ve stáji nasycen, může se pára na chladných předmětech a stěnách stáje kondenzovat; v případě, že se budeme pohybovat pod 0 °C, může se vytvářet námraza.

V zemědělské praxi se mnohdy můžeme setkat s používáním relativní vlhkosti. Ta sice postihuje vypařování vody ve stáji, ale nesmíme zapomenout, že sama o sobě nedefinuje obsah vodní páry ve vzduchu a pokud do výpočtů nezahrneme i údaj o teplotě, tak můžeme dojít ke zkresleným údajům. Existuje totiž malá závislost relativní (poměrné) vlhkosti na teplotě vzduchu (Klabzuba a Kožnarová 2002).

Zoohygienické požadavky koní na vlhkost vzduchu ve stáji

Kategorie koní	Relativní vlhkost vzduchu	
	optimální	maximální
Tažní a sportovní	0,5 – 0,75	0,85
Klisny s hříbaty	0,5 – 0,7	0,8

Zdroj: Kic, P.: Tvorba stájového prostředí. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR v Praze, 1995.

5.3.5 Rosný bod

Rosný bod označuje takovou teplotu vzduchu, při které je vzduch maximálně nasycen vodními parami (relativní vlhkost dosáhne 100 %). Pokud teplota klesne pod tento bod, nastává kondenzace. Teplota rosného bodu je různá pro různé absolutní vlhkosti vzduchu: čím více je vodní páry ve vzduchu, tím vyšší je teplota rosného bodu, čili tím vyšší teplotu musí vzduch (pára) mít, aby nezkondenzovala. Naopak pokud je ve vzduchu vodní páry jen velmi málo, může být vzduch chladnější, aniž pára zkondenzuje.

Vzduch za určité teploty může obsahovat jen určité množství vodních par. Čím je teplota vzduchu (a tím i páry) vyšší, tím více páry může v jednotce objemu být, aniž začne pára kapalnět. Pokud se vzduch začne ochlazovat, vodní páry začnou kondenzovat.

Kondenzaci urychlí přítomnost tzv. kondenzačních jader. Pokud ale nejsou přítomna, nemusí ke kondenzaci dlouho dojít, byť je vlhký vzduch podchlazen pod rosný bod.

V praxi se s kapalněním vodních par setkáváme v podobě rosy, u orosených sklenic s chladnými nápoji, na oknech automobilu atd. Vlhkost vzduchu se dále projevuje jako mlha a ve vyšších polohách jako mraky. Při teplotách nižších než 0 °C pozorujeme jinovatku, námrazu a sněhové srážky.

Rosný bod lze považovat za jiné vyjádření absolutní vlhkosti vzduchu.

5.4 Proudění vzduchu

Vzduch se v atmosféře neustále pohybuje. Příčinou tohoto jevu je snaha stále vyrovnávat tlaky v atmosféře. Tento děj označujeme jako vítr. Vzduch se nepohybuje jen horizontálně, ale i vertikálně. Toho využívají mnozí ptáci a nebo i piloti menších, zejména bezmotorových, letadel.

Na proudění větru závisí i množství srážek. Počasí ovlivňují tlakové níže a tlakové výše. U **tlakové níže** (cyklóny) je tlak vzduchu nižší, než je v jejím okolí. Můžeme si ji představit jako ohromnou spirálu mračen, které stoupají vzhůru. Tam se ochlazují a nastává kondenzace – tedy srážky. U **tlakové výše** (anticyklóny) mraky v jejím středu klesají a ohřívají se. Pro ni je charakteristické suché počasí s minimem srážek.

Beaufortova stupnice (viz. tabulka níže) popisuje účinky větru na základě rychlosti větru:

Beaufortovo číslo	popis	rychlost (km·h ⁻¹)
0	bezvětří	méně než 1
1	lehký vánek	1 - 5
2	lehký vítr	6 - 11
3	slabý vítr	12 - 19
4	mírný vítr	20 - 29
5	svěží vítr	30 - 39
6	silný vítr	40 - 50
7	téměř vichřice	51 - 61
8	vichřice	62 - 74
9	silná vichřice	75 - 87
10	větrná bouře	88 - 101
11	prudká bouře	102 - 117
12	hurikán	118 a více

V meteorologii se zaznamenává jednak rychlost proudění větru a také i jeho směr. **Větrná růžice** zachycuje četnost výskytu proudění větru v jednotlivých směrech (udává se nejčastěji v %). Dopočet do 100 % je bezvětří (calm).

Rychlost proudění větru se měří **anemometrem**. Směr proudění větru určíme podle **směrovky**, kterou je vybavena každá meteorologická stanice.

Rychlost proudění vzduchu má velký vliv na mikroklima stájí, na výměnu vzduchu ve stájích. Proto je velkým pomocníkem při zajišťování odpovídajících hodnot jednotlivých parametrů stájového mikroklimatu.

Zootechnické požadavky koní na rychlost proudění vzduchu ve stáji

Kategorie zvířat	Doporučená nejvyšší rychlost proudění vzduchu (v m/s) při teplotě		
	minimální	optimální	vyšší než optimální
Koně	0,15 – 0,25	0,25	0,5

Zdroj: Kic, P.: Tvorba stájového prostředí. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR v Praze, 1995.

6. Technologie chovu koní

6.1 Ustájení koní

Stáj pro chov koní se nazývá konírna. **Teplota vzduchu** ve stájích by v létě neměla přesáhnout 25 °C a v zimě klesnout pod 6 °C. Teplotní optimum je od 10 do 14 °C při relativní vlhkosti 85 %. Koně celkem dobře snášejí i nižší teploty, tím spíše, pokud jsou dobře aklimatizováni a pravidelně mají přístup na pastviny. Nesnášejí ale nadměrnou vlhko a průvan (Vejščík 2001).

Podlahy ve stájích musí dokonale izolovat proti vztlínání spodní vody. Ideálním materiálem pro podlahu jsou dřevěné špalvy, fošny či trámy. Naopak nevhodným materiálem je beton nebo kámen. Mezery mezi dřevěnými kostkami v podlaze se mají zaplnit pískem nebo hlínou. Naopak by se neměl používat asfalt, který se v létě rozežřeje a začíná se lepit na kopyta i srst koní (Vejščík 2001).

Výška stáje závisí na systému větrání a počtu ustájených koní. V průměru by měla činit 3,2 až 4 m. **Šířka stáje** musí odpovídat velikosti a počtu ustájených koní, tedy vychází z počtu řad stání, velikosti boxů, šířky stájové chodby a nebo i případně podle šířky krmné uličky. Obvykle se pohybuje v rozmezí 6 – 12 m. **Délka stáje** zcela závisí na zamýšleném počtu boxů nebo vazných stání (Vejščík 2001).

Podle způsobu ustájení koní rozeznáváme následující typy stájí:

- vazné stáje
- volné stáje
- boxy
- kombinované stáje.

Je důležité si uvědomit, že kůň ve stání je poměrně značně omezen v pohybu v porovnání s ustájením v boxech. Sportovní a nebo ještě spíše dostihové koně přitom ve stání tráví poměrně dlouhou dobu (Sly 1999). Uvádí se až 20 h za každý den. **Délka stání** by měla být 3 až 3,5 m a šířka 1,8 – 2,2 m. Jednotlivá stání by se měla od sebe oddělit dřevěnou stěnou a nebo zábranou. Tato stěna ale musí mít jednotlivé příčky tak daleko od sebe, aby se mezi ně nemohlo zaklínit kopyto koně (Vejščík 2001).

V boxech se chovají klisny s hříbaty a dostihoví (sportovní) koně. Je to lepší varianta než ustájení ve stání, které je ale u nás stále dosti časté. **Minimální plocha boxu** je pro plemenné klisny a hřebce 16 m², pro dostihové a jezdecké koně 12 m², pro malá plemena koní 6 m² a pro poníky 4 m². Mezi boxy by měly být dělicí stěny, které by zamezily přímému styku mezi zvířaty. U boxů se velmi osvědčily posuvné dveře. Vchody do boxů, boxy samotné a i vnitřní prostory stáje včetně vstupů nesmějí mít ostré hrany a výstupky, aby nedošlo k poranění koní (Vejščík 2001).

6.2 Podestýlka stáje

Nejvhodnější podestýlkou pro koně je sláma, piliny a hobliny. Slámu navíc mohou koně využít i jako krmivo. Navíc se sláma vyznačuje vysokou schopností do sebe akumulovat vlhkost, výborně izoluje od studené podlahy a zmírňuje zápach (Vejčík 2001).

Znečištěná podestýlka se musí každý den dávat pryč. **V zadní části stání** se podestýlka znečištěná močí a skybaly odstraňuje zcela a dává se nová. **V boxech** se odstraňuje mokrá a znečištěná podestýlka, následně se suchá podestýlka od stěn stáhne do prázdných míst na prostředku boxu a nová podestýlka se klade ke stěnám boxu. V boxech se používá tzv. pokryvková podestýlka, která je složená ze dvou vrstev: spodní vrstva o mocnosti asi 20 cm z pilin nebo rašeliny a horní vrstva z hoblin a nebo slámy. Ošetřovatelé koní musí dbát na to, aby podestýlka byla suchá a rovnoměrně rozložená. Jednou za měsíc se veškerá podestýlka vyveze a stáj se vydezinfikuje. Ihned se založí nová podestýlka. **Ve volném ustájení** se používá především tzv. hluboká podestýlka. Zakládá se podobným způsobem jako pokryvková podestýlka. I zde se musí pravidelně každý den odstraňovat znečištěná podestýlka. Koně většinou kálí a močí do jednoho místa, odkud se musí denně podestýlka vyvézt. Na toto místo se potom posune sláma z nejbližšího okolí. Tímto způsobem se sláma ve stáji při každém čištění posune, čímž se zároveň načechrává. A na nejvzdálenější místo od místa kálení se pak denně nastele nová sláma. Do tohoto místa se také dává i seno. Minimálně 1x za čtvrt roku se musí veškerá podestýlka vyměnit, vydezinfikovat a založit nová podestýlka (Vejčík 2001).

7. Vliv zemědělství a chovu koní na životní prostředí

Zemědělství i v dnešní ekonomicky nejisté době zůstává velmi důležitým odvětvím národního hospodářství. Podstatnou součástí zemědělské výroby je živočišná výroba. Jejím cílem je zabezpečení výživy obyvatel živočišnými produkty – potravinami jako je maso, mléko, vejce, tuky, kůže či med (Hajič 1995). V dnešním propojeném světě je snadno realizovatelný dovoz základních potravin z ostatních států Evropy, dokonce i z celého světa. Spoléhat se ale na import potravin a zároveň nevyužívat bonitu našich zemědělských pozemků tím, že se nechávají ladem a nebo se trvale vyjímají ze zemědělského půdního fondu a stávají se z nich stavební pozemky, je poněkud nešťastným rozhodnutím, které by se nám mohlo časem vymstít. Navíc pokud nevyužíváme plně možnosti našeho zemědělství a zbytečně dovážíme produkty z ciziny, tak tím zbytečně zatěžujeme životní prostředí dopravou. Vedle tohoto negativa jsou i další dva ekonomické problémy, a sice zbytečně vysoká cena dovozových potravin (protože si každý překupník přisadí svou marži k výrobku) a díky omezování našeho zemědělství roste i počet nezaměstnaných v tomto oboru.

7.1 Koňský hnůj

Někdy opomíjený přínos živočišné výroby spočívá v produkci chlévské mrvy. Přitom zlepšování struktury půdy a její úrodnosti je jedním z hlavních cílů zemědělství (Hajič 1995). Na druhé straně se ale musí respektovat zásady správné zemědělské environmentální praxe (uskladnění a aplikace statkových hnojiv). Každý kůň v průměru vyprodukuje za rok 7,5 tuny čerstvého hnoje (4,5 tuny uleželého hnoje). Ten je vysoce kvalitním hnojivem pro zahradnické účely. Hojně se ho využívá při pěstování květin a nebo žampionů (Vejščík 2001).

Koně na pastvině většinou kálí a močí na jedno místo, kde pak převažují nitrofilní druhy rostlin. Zde se koně nepasou, a proto na tomto místě může vyrůst i vysoká tráva či jetelotráva. Pastvina se musí pravidelně ošetřovat mulčováním a čistit. I ve volné stáji zpravidla koně kálí a močí na jedno místo. Kůň při močení projevuje poměrně velký smysl pro hygienu, neboť při nedostatku steliva dokáže i na delší dobu zadržet močení, aby si nepostříkal zadní končetiny.

7.2 Stav zemědělských ekosystémů

Agroekosystémy představují v České republice, obdobně jako i v dalších státech Evropy, nejrozšířenější typ prostředí. Poměrně významným mezníkem v historii našeho zemědělství byla kolektivizace v 50. letech. Po ní se z tradičního zemědělství stala průmyslová velkovýroba. S cílem zúrodnit a pro mechanizaci lépe zpřístupnit mnohé zemědělské pozemky se odvodnilo více jak 1 milion ha půdy, mnohé trvalé travní porosty se zornily. Z malých pozemků se odstraněním mezí a remízků staly velké hony. Tím se zásadně změnil vodní a živinný režim krajiny. Navíc jsou mnohé pozemky na svazích ohrožovány vodní a větrnou erozí (Pražan a kol. 2004).

Po roce 1990 došlo k velkému oslabení intenzity hospodaření na polích. To vedlo ke zvýšení rozlohy trvalých travních porostů a snížení spotřeby průmyslových hnojiv a pesticidů. Zároveň se tím také na mnohých lokalitách vyřešila problematika eroze. Kladem je také silný pokles imisních spadů. V této době také začal trend opouštění pozemků s nízkou bonitou půdy, což zvyšuje plochu přirozených stanovišť (Pražan a kol. 2004). Zlepšení agroekosystémů a stavu půd se však reálně může projevit až v delším časovém období. Bez aktivního přispění člověka trvá tato obnova řádově několik staletí (Pražan a kol. 2004).

7.3 Ovzduší

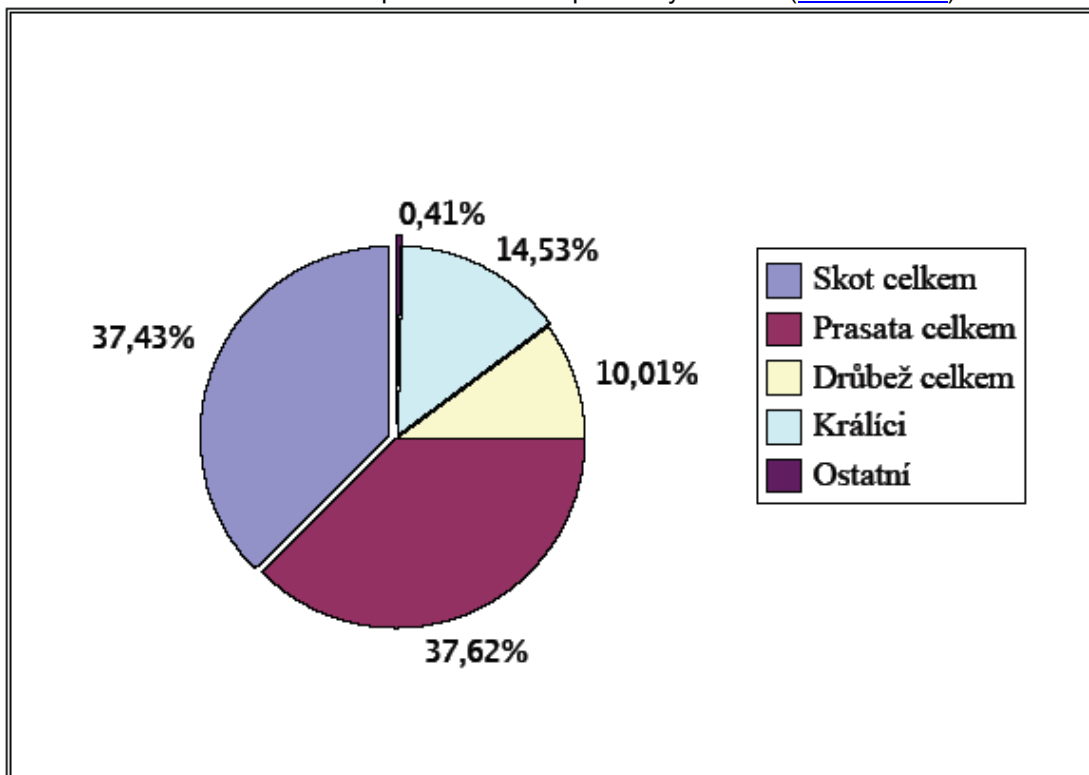
Zemědělství je hlavním producentem **amoniaku**. Postupně se zavádí do zemědělských chovů technologie, které eliminují množství vypouštěného plynu do atmosféry. Kolem roku 2000 se vypouštělo přibližně 80 kt amoniaku ročně. Stále se usiluje o snižování množství emisí nejen tohoto plynu (Pražan a kol. 2004). Zemědělství se na produkci amoniaku podílí z cca 95 – 98 %. Emise tohoto plynu vznikají především při chovu skotu, na druhém místě je chov prasat, na třetím a čtvrtém místě je chov drůbeže a králíků. Zanedbatelný je vznik amoniaku při chovu koz, ovcí a koní. Jejich zastoupení na imisích amoniaku je cca 0,41 % (www.vurv.cz).

Při aplikaci organických hnojiv jako jsou kejda, hnůj, kaly ČOV atd. často dochází k významným emisím amoniaku do ovzduší. Rovněž použitím průmyslových hnojiv se do prostředí uvolňuje značné množství amoniaku, a to cca 18 % celkového emitovaného množství, neboť podle druhu hnojiva a pH půdy se uvolňuje až 15 % amoniaku ze síranu amonného, 10 % z močoviny a dusičnanu amonného a cca 5 % z fosforečnanu amonného. Vliv na uvolňování amoniaku z hnojiv v půdě má její aerace a teplota. Proto jsou nejvyšší koncentrace amoniaku nad půdami zjišťovány po hnojení na jaře nebo v časném létě v poledních či odpoledních hodinách (www.vurv.cz).

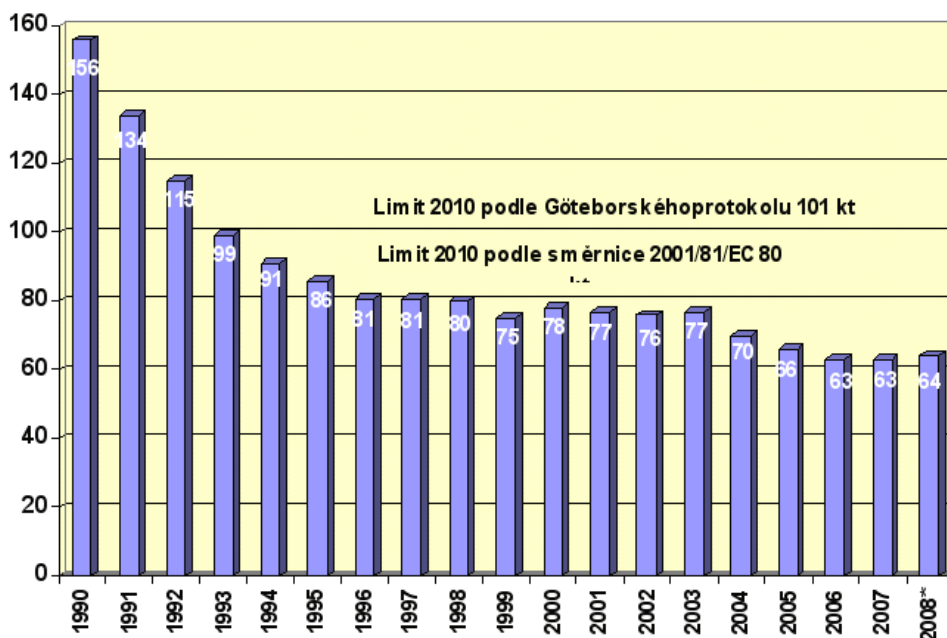
Průmysl se na emisích amoniaku podílí z 1 až 2 %, které vznikají především při spalovacích procesech při spalování uhlí a topných olejů, ve spalovnách odpadu, cementárnách a při provozu motorových vozidel. Přirozeným zdrojem amoniaku je mikrobiální rozklad organické hmoty v půdě a přeměny nitrátů (www.vurv.cz).

Amoniak (čpavek) je bezbarvý, štiplavě páchnoucí plyn, lehčí než vzduch, dobře rozpustný ve vodě a velmi reaktivní. Amoniak vzniká v těle při rozkladu dusíkatých látek, především proteinů. Tvoří se ale i při rozkladných procesech probíhajících ve hnoji, močůvce, kejdě či skybalech. Proto je ve stájovém prostředí přítomen vždy. Jeho obsah zde kolísá od 0,0001 do 0,003 objemových procent. Vyšší koncentrace se vyskytují ve stájích pro prasata a drůbež. Zde se může obsah pohybovat až v intervalu 0,005 – 0,02 objemových procent. Nejvyšší přípustná koncentrace ve všech stájích je 0,0026 objemových procent, což odpovídá 18,3 mg/m³. Vysoké koncentrace čpavku (0,1 – 0,15 objemových procent) mohou vyvolat krvácení z nosu, poškození CNS, křeče, stavy bezvědomí nebo dokonce poleptání epitelu sliznic. Při překračování doporučených hygienických limitů se snižuje užitkovost a zhoršuje zdravotní stav zvířat. Nadlimitní koncentrace čpavku zkracuje životnost kovových předmětů ve stáji (Drásalová 2010).

Obr. č. 1: Emise amoniaku v ČR podle druhu hospodářských zvířat (www.vurv.cz)



Obr. č. 2: Emise amoniaku v ČR v kt za rok za období let 1990 až 2008 s vyznačením emisních limitů v roce 2010 (www.vurv.cz)



Doba setrvání amoniaku v atmosféře se pohybuje v rozmezí několika hodin až dní. Proto se jeho účinek projevuje v bezprostřední blízkosti emitenta. Tento plyn rychle podléhá chemickým změnám a přeměňuje se na amonné soli, které mohou být naroz-

díl od plynného amoniaku transportovány atmosférou na velké vzdálenosti. V blízkosti emitenta převažuje suchá depozice spolu s prachem a ve větších vzdálenostech pak převažuje depozice mokrá, kdy jsou amonné sloučeniny srážkami vymývány (www.vurv.cz).

Tabulka č. 1: Celkové množství emisí amoniaku v roce 2003 podle zemědělských zdrojů

Kategorie zvířat (dle EU)	Počet (ks)	Emisní faktor (kgNH ₃ . zvíře ⁻¹ .rok ⁻¹)	Koeficient re- spektující stáří zvířat v turnus. chovech	Celkové roční množství NH ₃ (kt)
Skot celkem	1 428 329			25,755
dojnice	572887	24,50	1	14,036
jalovice	283026	13,70	1	3,877
telata	420584	13,70	1	5,762
býci	151 832	13,70	1	2,080
Ovce a berani	115 852	0,88	1	0,102
Kozy a kozlí	11 912	0,88	1	0,010
Prasata celkem	3 127 000			25,886
selata	1 002 000	6,50	1	6,513
prasnice	97 000	11,90	1	1,154
březí prasnice	251 000	19,70	1	4,945
prasata výkrm	1 777 000	8,30	0,9	13,274
Králíci	12 136 000	0,97	0,85	10,006
Drůbež celkem	26 853 000			6,886
nosnice	7 044 000	0,27	1	1,902
brojeři	18 573 000	0,27	0,85	4,263
krůty,krocani,krůtata	670 000	0,73	0,8	0,391
kachny,kačeři,kachňata	532 000	0,73	0,8	0,311
husy,houseři,housata	34 000	0,73	0,8	0,020
Koně a hříbata	20 891	8,00	1	0,167
Celkové množství NH ₃ za rok 2003 (kt)				68,813

Zdroj: www.vurv.cz

Pro ekosystémy a jejich udržitelný rozvoj byly stanoveny takzvané kritické hranice vnosu amonného a nitrátového dusíku do ekosystému. Tyto kritické hranice uvádějí jaké je maximálně povolené množství dusíku které by nemělo být překročeno tak, aby nedošlo k poškození ekologické rovnováhy ekosystému.

Příklady kritických hranic uvádí následující tabulka číslo 2 podle www.vurv.cz ex. Schütz a kol., 2003.

Tabulka č. 2: Kritické hranice roční depozice dusíkatých látek a jejich účinky na životní prostředí (dle www.vurv.cz ex. Schütz a kol., 2003)

Ekosystém	Kritická hranice kg N ha ⁻¹ . rok ⁻¹	Změny ekosystému
jehličnaté lesy kyselé půdy nízká nitrifikace	10 – 15	nevyrovnaný živinný poměr
jehličnaté lesy kyselé půdy vysoká nitrifikace	20 -30	nevyrovnaný živinný poměr
listnaté lesy	15 – 20	nevyrovnaný živinný poměr změněný poměr kořen výhon
kyselý jehličnatý lesy	7 – 20	změna mikroflóry a mykorrhizy vymývání živin
kyselý listnatý lesy	10 – 20	změna mikroflóry a mykorrhizy
druhově pestrá	15 – 35	zvýšené zastoupení vysokých vápnomilná společenstva bylin, ubývání počtu druhů
druhově pestrá společen- stva	20 – 30	zvýšené zastoupení vysokých druhů na kyse- lých substrátech ubývání počtu druhů
montánní a subalpínská vegetace	10 -15	přibývání travin ubývání počtu druhů

Zdroj: www.vurv.cz

Oxid uhličitý řadíme mezi tzv. skleníkové plyny. Je tedy odpovědný za změnu klimatu, již se rozumí změna vyvolaná jakýmkoliv vnějším či vnitřním faktorem. Také mnohé aktivity člověka - nejen zemědělská velkovýroba - přispívají ke změně klimatu na Zemi. Zvýšené množství oxidu uhličitého působí nad povrchem Země jako neprostupná vrstva, která udržuje teplo vznikající na povrchu Země pod sebou a zamezuje tak radiaci. Se stále se zvyšující teplotou ovzduší roste i množství vodní páry, která také přispívá k oteplování Země. Navíc zvýšené množství vodní páry v atmosféře povede k rozkolísanosti počasí a k vyššímu výskytu extrémních klimatických jevů, jako jsou dlouhá období sucha a horka, prudké bouře a dlouhotrvající srážky vedoucí k povodním a nebo holomrazy (Pražan a kol. 2004).

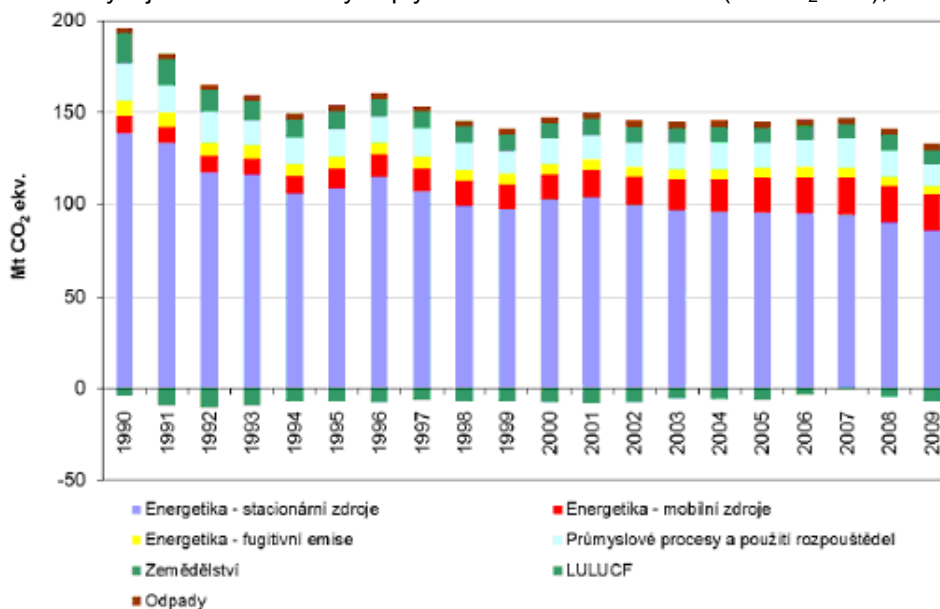
Zemědělská výroba je v souvislosti s ochranou ovzduší jak odvětvím, které má negativní dopad na ovzduší (emise skleníkových plynů z prvovýroby), tak i odvětvím, které má potenciál snižovat množství skleníkových plynů v podobě výroby obnovitelných zdrojů energie nebo fixace oxidu uhličitého v porostech (Pražan a kol. 2004).

Mezi skleníkové plyny se řadí i **metan**. Podle platné metodiky radiačního potenciálu jednotlivých skleníkových plynů se stanovily koeficienty následujícím způsobem: CO₂ = 1, CH₄ = 21 a N₂O = 310. Vzniká-li někde metan jako vedlejší produkt výroby, musí se spalovat a do ovzduší vypouštět jen oxid uhličitý.

V období let 1990 – 2007 došlo v České republice k zásadnímu poklesu emisí základních znečišťujících látek. V současné době se jako problematické jeví zejména emise z těžko regulovatelných zdrojů znečišťování ovzduší, jako jsou lokální topeniště a mobilní zdroje; k hlavním problémům znečištění ovzduší patří prach PM₁₀ a PM_{2,5} a dále pak přízemní ozón a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH). Prach se do ovzduší emituje z dopravy, průmyslové výroby a samozřejmě i ze zemědělství, zejména

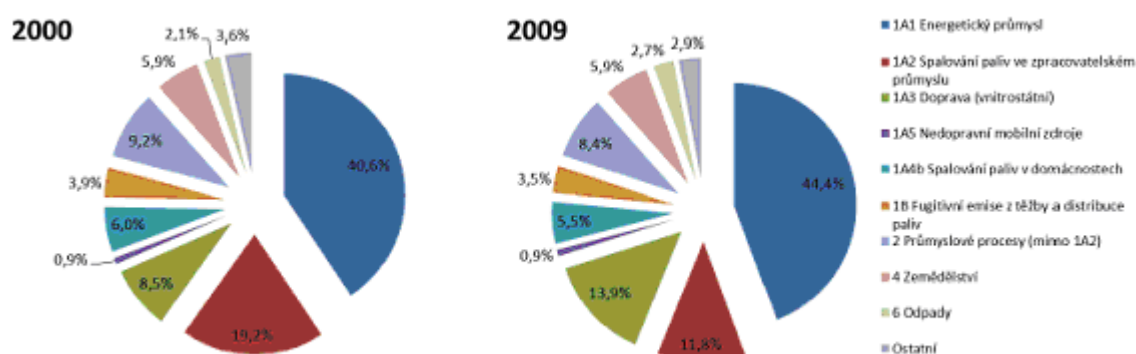
na pak z manipulace se stelivem a krmivem a vzniká také při agrotechnických operacích na polích, zejména pokud je sucho. V ČR patří mezi základní znečišťující látky oxid siřičitý, oxidy dusíku, oxid uhelnatý, těkavé organické látky, amoniak a tuhé znečišťující látky. Údaje o emisích těchto látek sleduje **Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO)**. Působením nadlimitních koncentrací frakce prachu PM₁₀ je vystavena významná část populace lidí v ČR (v rozmezí let 2001 až 2007 se jednalo o 25 – 67 % obyvatel) (www.cenia.cz).

Obr. č. 3: Vývoj emisí skleníkových plynů v sektorovém členění (Mt CO₂ ekv.), 1990 – 2009



Zdroj: ČHMÚ

Obr. č. 4: Struktura emisí skleníkových plynů podle zdrojů v % za roky 2000 a 2009



Zdroj: ČHMÚ

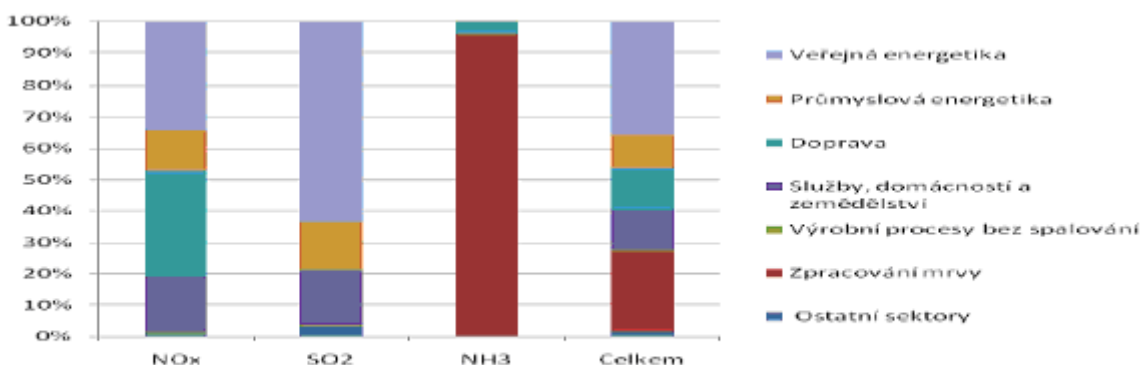
Emise skleníkových plynů v ČR po roce 2007 klesají a v roce 2009 dosáhly nejnižší úrovně od roku 1990. Tento pokles následoval po období stagnace až mírného růstu emisí na začátku 21. století. Vývoj emisí je však nutné hodnotit v kontextu zpomalení a následného poklesu ekonomiky ČR v roce 2009. Od roku 1990, který je referenčním rokem Kjótského protokolu, emise poklesly o 32 %, závazek ČR tak byl s velkou re-

zervou splněn. Ve srovnání s rokem 2005, na který se vztahují cíle klimaticko-energetického balíčku EU, se jedná o redukci emisí o 8,1 % (www.cenia.cz).

Největší poklesy emisí v roce 2009 byly dosaženy v energetickém a zpracovatelském průmyslu. Došlo totiž ke snížení výroby oceli, cementu a vápna (www.cenia.cz).

Podíl velkých stacionárních zdrojů na celkových emisích klesá, nadále však emise z veřejné energetiky a zpracovatelského průmyslu představují většinu emisí (68,1 % v roce 2009, cca 73 % v roce 2000), což je jedna z příčin vyšší emisní náročnosti ekonomiky ČR. Naopak narůstá kategorie doprava (z 8,5 % v roce 2000 na 13,9 % v roce 2009). Emise z dopravy jsou tvořeny téměř výhradně dopravou silniční (cca 97 % emisí z dopravy v roce 2009). Do položky doprava není zahrnuta mezinárodní letecká doprava (www.cenia.cz).

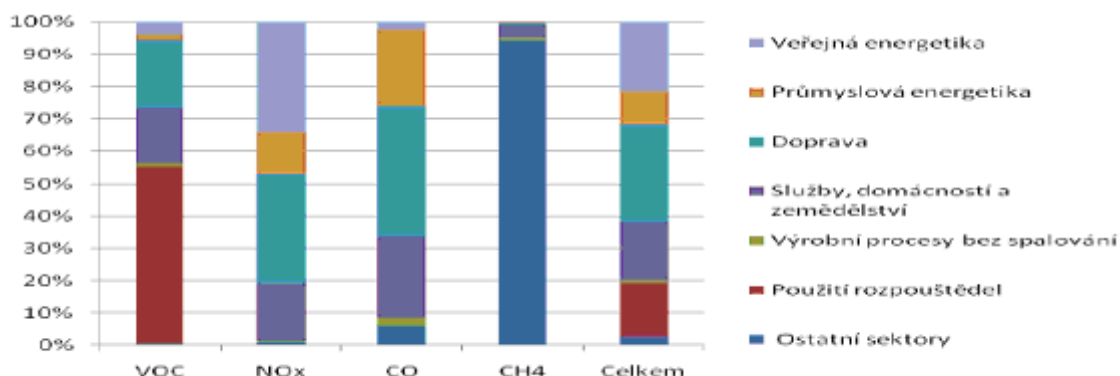
Obr. č. 5: Zdroje emisí okyselujících látek v ČR v % za rok 2009



Data pro rok 2010 nejsou, vzhledem k metodice jejich vykazování, v době uzávěrky publikace k dispozici.

Zdroj: ČHMÚ

Obr. č. 6: Zdroje emisí prekurzorů ozonu v ČR v % za rok 2009



Data pro rok 2010 nejsou, vzhledem k metodice jejich vykazování, v době uzávěrky publikace k dispozici.

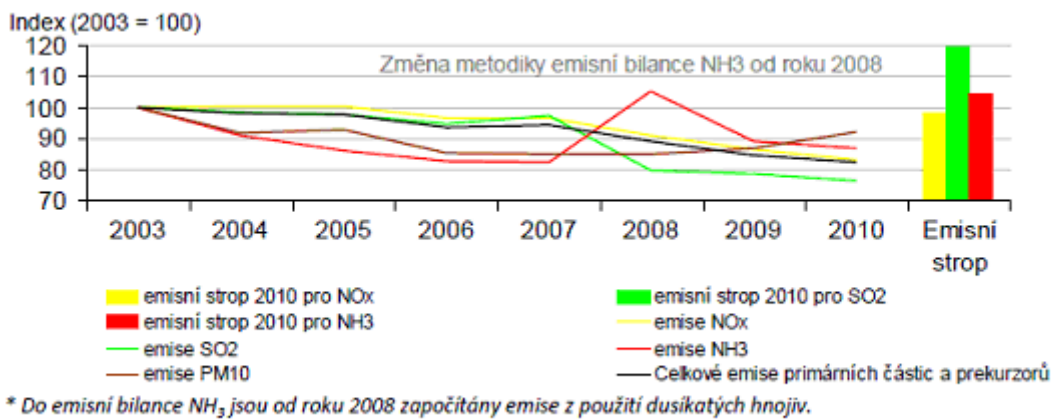
Zdroj: ČHMÚ

V letech 1990–2010 došlo ke snížení emisí prekurzorů přízemního ozonu přibližně o 61 %. Rychlost poklesu se ale po roce 2000 zpomalila, výraznější pokles byl

v důsledku ekonomické krize zaznamenan v letech 2008 – 2009. Pokles emisí v letech 2000 – 2010 je cca 22 % (www.cenia.cz).

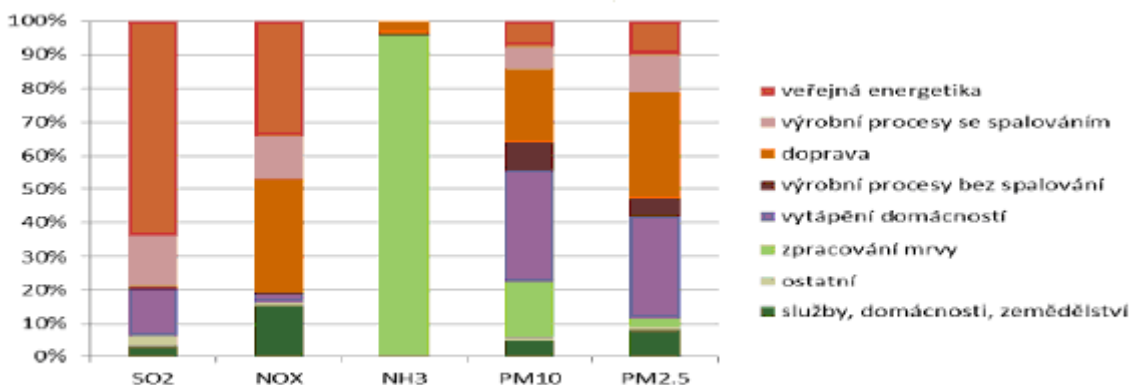
Hlavními zdroji emisí prekurzorů ozonu na základě dat z roku 2009 je doprava, která produkuje 30 % všech emisí prekurzorů ozonu, veřejná energetika produkuje 22 % emisí prekurzorů ozonu. Dalšími významnými zdroji jsou služby, domácnosti a zemědělství (celkem 18 %) a použití rozpouštědel (17 %). Oproti roku 2000 nedošlo ve struktuře zdrojů k žádné významné změně. Hodnoty emisí prekurzorů ozonu pro rok 2010, od něhož platí národní emisní stropy, jsou za celou ČR pod úroveň stanoveného národního emisního stropu (www.cenia.cz).

Obr. č. 7: Vývoj emisí primárních částic a prekurzorů sekundárních částic v ČR v letech 2003 – 2010 a úroveň národních emisních stropů pro NO_x, SO₂ a NH₃ pro rok 2010 (index, 2003 = 100)



Zdroj: ČHMÚ

Obr. č. 8: Zdroje emisí primárních částic a prekurzorů sekundárních částic v ČR v % za rok 2009



Data pro rok 2010 nejsou, vzhledem k metodice jejich vykazování, v době uzávěrky publikace k dispozici.

Zdroj: ČHMÚ

Primární částice PM₁₀ představují částice emitované přímo ze zdroje. Prekurzory sekundárních částic jsou znečišťující látky, ze kterých mohou tyto částice vznikat v atmosféře (NO_x, SO₂ a NH₃) (www.cenia.cz).

V letech 1990–2010 došlo ke snížení emisí prekurzorů sekundárních částic (NO_x, SO₂ a NH₃) o téměř 78 %. Po období mírného poklesu emisí po roce 2000 byly v letech 2008 a 2009 zaznamenány meziroční výraznější poklesy prekurzorů sekundárních částic, tento pokles pokračoval i v roce 2010. V letech 2000–2010 došlo ke snížení emisí jednotlivých prekurzorů částic o 20 %. Oproti roku 2009 emise prekurzorů sekundárních částic poklesly o 3,6 %. K tomuto poklesu přispěly nejvíce emise NO_x, které meziročně poklesly o 4,1 % (pokles emisí z mobilních zdrojů). Emise primárních částic velikostní frakce PM₁₀ však meziročně stouply o 4,5 %. Hlavní příčinou tohoto nárůstu byla chladná topná sezóna (nejchladnější za posledních 10 let), která ovlivnila produkci škodlivin z výroby tepla i z lokálních topenišť. Hodnoty emisí prekurzorů sekundárních částic nepřekročily národní emisní stropy stanovené pro rok 2010 (www.cenia.cz).

Na základě dat z roku 2009 je hlavním zdrojem emisí primárních částic a prekurzorů sekundárních částic veřejná energetika (37,7 %), doprava (21,3 %), služby, domácnosti (včetně vytápění domácností), zemědělství (15,5 %) a zpracování mrvy (11,6 %).

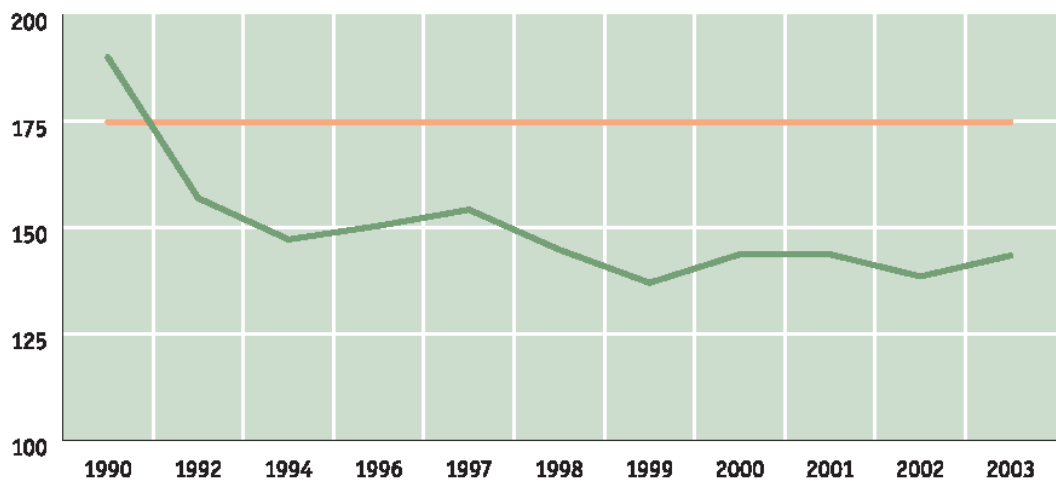
Tabulka č. 3: Celkové emise skleníkových plynů v letech 1990 – 2003 (v mil. tun ekvivalentu CO₂)

	1990	1992	1994	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂	161,9	133,3	125,9	128,3	132,7	124,5	117,7	123,9	123,6	118,6	123,3
z toho CO ₂ ze silniční dopravy	6,7	6,5	7,5	9,6	10,3	9,9	10,7	11,2	11,8	11,0	13,095
CH ₄	16,8	14,4	13	12,6	12,1	11,4	10,7	10,7	10,5	10,4	10,2
N ₂ O	11,3	9,2	8,3	9,2	8,8	8,4	8,1	8,2	8,3	8,2	8,2
F- plyny	–	–	0,2	0,3	0,6	0,5	0,5	0,9	1,3	1,3	1,7
Celkové emise skleníkových plynů	190	156,9	147,2	150,4	154,2	144,8	137	143,7	143,7	138,5	143,4
v % roku 1990	100	82,6	77,5	79,2	81,2	76,3	72,2	75,7	75,7	72,9	75,5

Zdroj: ČHMÚ, CO₂ ze silniční dopravy CDV Brno

Většina emisí oxidu uhličitého pochází ze spalování fosilních paliv. Ta představují téměř 90 % tuzemské spotřeby primárních energetických zdrojů. Určité množství pochází i z dopravy, kde emise rostou. Pokles emisí na počátku 90. let minulého století byl způsoben útlumem průmyslové výroby (www.cenia.cz).

Obr. č. 9: Emise skleníkových plynů v ČR ve srovnání se závazkem Kjótského protokolu



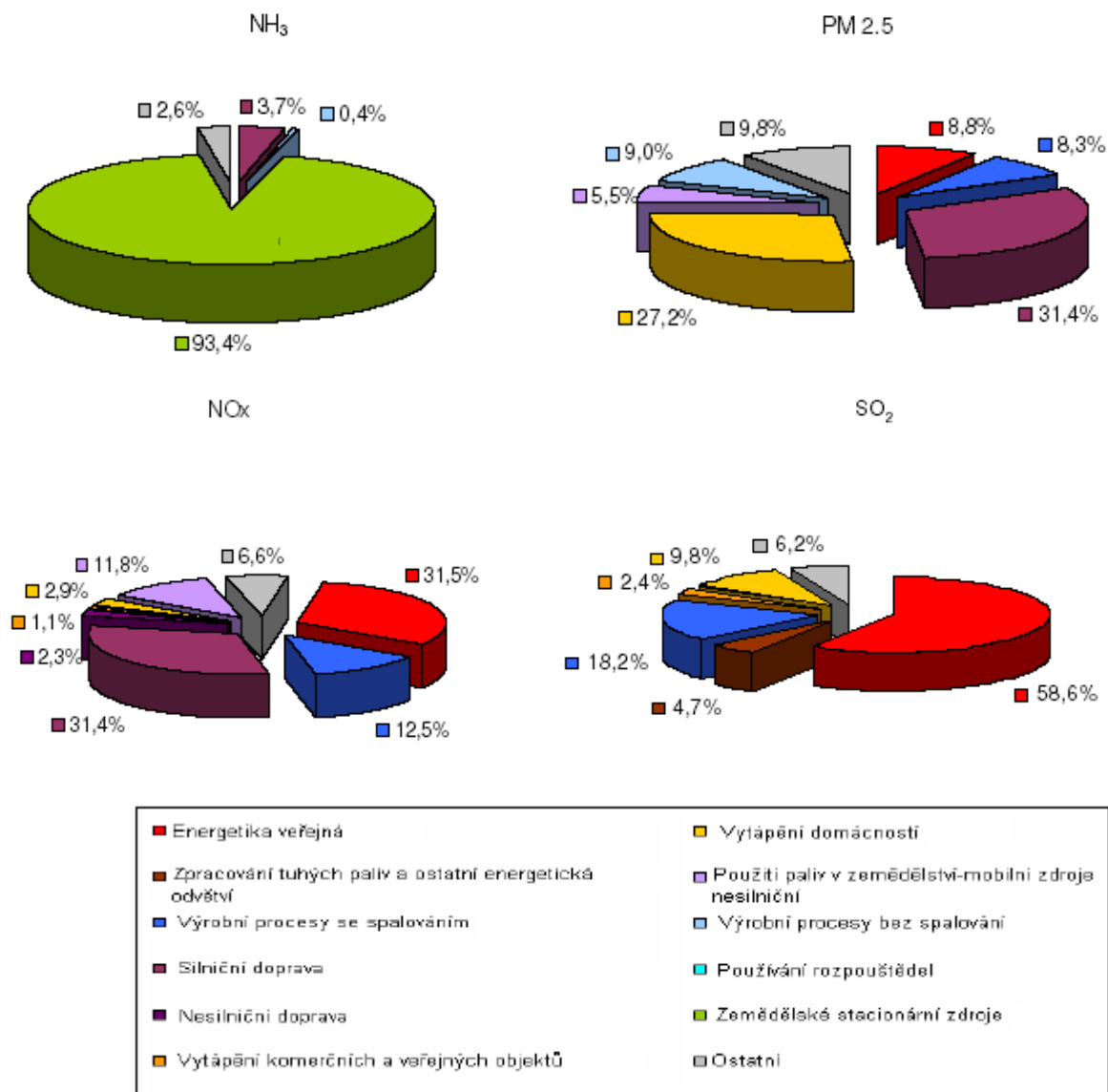
zdroj: http://indikatory.env.cz/indikator.php?group=LISBC&main_id=88&sub_id=-1&process=1

Tabulka č. 4: Srovnání emisí oxidu siřičitého, oxidů dusíku a amoniaku za roky 2001 – 2004 s emisními stropy pro rok 2010

	Emise 2001	Emise 2002	Emise 2003	Emise 2004	Emisní stropy
Oxid siřičitý	251 kt	237 kt	232 kt	229 kt	265 kt
Oxidy dusíku	332 kt	318 kt	329 kt	339 kt	286 kt
Amoniak	77 kt	72 kt	84 kt	81 kt	80 kt

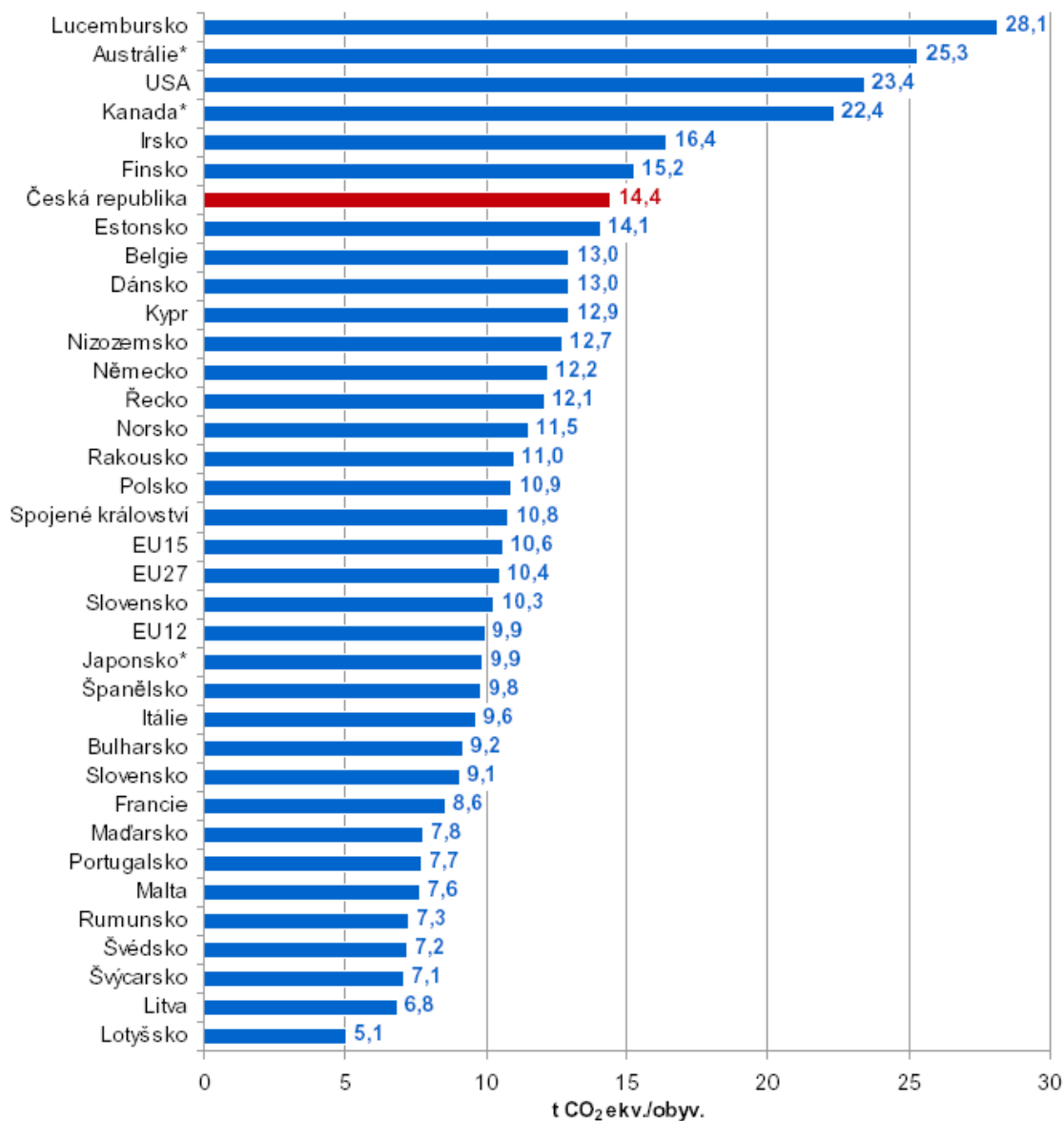
Zdroj: ČHMÚ

Obr. č. 10: Podíl jednotlivých skupin stacionárních i mobilních zdrojů na tvorbě emisí pro NH₃, NO_x, SO₂ a PM_{2,5} v roce 2005



Česká republika patří k průmyslovým zemím s výrazným podílem energeticky náročných výrob. Proto měrné emise skleníkových plynů vztahované na jednoho obyvatele patří k největším v EU, což vyplývá i z obrázku číslo 11. V současné době představují celkové emise skleníkových plynů 14,4 tuny ekvivalentu CO₂ na jednoho obyvatele (www.cenia.cz).

Obr. č. 11: Ekvivalent měrných emisí CO₂ ve vybraných státech v roce 2006



Pozn.: * údaje za rok 2005

Zdroj: EUROSTAT, OECD, UN FCCC

Z výše uvedených tabulek a grafů vyplývá, že zemědělství jako celek sice ovlivňuje životní prostředí, ale s výjimkou NH₃ ne nijak zásadně. Zemědělství se okrajově podílí i na emisích SO₂, NO_x a prachu. Chov koní je vedle chovu ovcí a koz jednou z nejméně náročných živočišných výrob. Více zatěžující pro životní prostředí jsou velkochovy prasat, skotu a drůbeže.

Zejména v minulých letech byla rostlinná zemědělská výroba problematická z hlediska potřeb vytvářet ohromné hony zemědělské půdy, které byly zejména na svazích ohroženy extrémní erozí půdy.

Člověk bezesporu v současné době ovlivňuje svou činností životní prostředí. O průmyslu, dopravě, zemědělství bylo již řečeno dost. Za zmínku ale jistě stojí emise skleníkových plynů z rýžovišť, ze skládek komunálního odpadu, z vysychajícího bahna na dnech rybníků a přehrad při jejich revitalizaci. Existují ale i zcela přírodní zdroje těchto plynů, např. ze sopečné činnosti, z rozmrzajícího permafrostu. Alarmující zprávu přinesli vědci v lednu roku 2012 po provedení průzkumu na ruském dálném východě. Z vod Severního ledového oceánu zde v několika oblastech uniká nebývalé množství metanu, který byl dříve uložen na mořském dně. Tak dramatický nárůst nebyl zaznamenán minimálně po uplynulých 20 let, kdy ruští vědci začali proměny v arktických vodách sledovat. Igor Semiletov z Ruské akademie věd v rozhovoru pro britský deník Independent potvrdil nevídané tryskání metanu. Vědci odhadují, že na mořském dně v Arktidě jsou vázány milióny tun metanu. Pokud by se tento metan uvolnil a unikl do atmosféry, vedlo by to k náhlé změně klimatu s pravděpodobnými katastrofickými následky. Metan přitom patří ke skleníkovým plynům a v tomto ohledu je podle klimatologů dokonce 20krát účinnější než oxid uhličitý (www.novinky.cz/veda-skoly).

8. Cíle diplomové práce

Každý organismus potřebuje pro svůj život zajištění určitých životních podmínek. Podle toho, kolik těchto podmínek musí být splněno a zároveň také v jakém intervalu hodnot, mluvíme o generalistech (se širokým intervalem hodnot mnoha faktorů a tedy žijících na velkém území) a nebo o specialistech. V extrémních případech jde o endemity, kteří se vyskytují jen na určité zcela konkrétní malé lokalitě.

Životní prostředí ovlivňuje samozřejmě i všechna člověkem chovaná zvířata. Abychom zajistili chov, který bude úspěšný jak po zootechnické, tak i ekonomické stránce, musíme tyto podmínky potřebné pro zajištění pohody chovaných zvířat znát a dodržovat je. Vedle dodržování správných hodnot mikroklimatu jde samozřejmě také i o výživu, ustájení, správnou zootechniku, plemenitbu a veterinární péči.

Ve své diplomové práci se budu zabývat těmito cíli:

- Kontinuálně měřit teplotu, vlhkost a rosný bod uvnitř vybrané stáje Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem (stáj č. 9), a to stále na stejném místě.
- Kontinuálně měřit teplotu, vlhkost a rosný bod na nádvoří před vybranou stájí Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem.
- Ambulantně měřit proudění vzduchu uvnitř stáje č. 9, u všech otevřených oken a dveří této stáje a na nádvoří.
- Přibližně 1x za měsíc provést 24 hodinové měření stájových plynů ve stáji č. 9. Konkrétně se jedná o plyny amoniak, metan, sirovodík a oxid uhličitý.

Na základě statistického zpracování těchto údajů by pak měly být zodpovězeny tyto otázky:

- Jak moc venkovní makroklima ovlivňuje mikroklima stáji?
- Jsou stáje Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem vhodné pro chov koní z hlediska welfare chovu koní? Existuje totiž předpoklad, že vzhledem k tomu, že všechny stáje jsou podobně projektované a postavené ve stejnou dobu, tak že údaje naměřené ve stáji číslo 9 budou obdobné i v ostatních stájích.
- Je prokazatelný rozdíl v koncentraci jednotlivých stájových plynů v době, kdy koně jsou ve stáji a kdy nikoliv?
- Existuje závislost mezi koncentrací jednotlivých plynů na složkách mikroklimatu (teplota, vlhkost a rosný bod)?
- Jaký vliv má zemědělství - chov koní na životní prostředí? (Tato kapitola je zpracována v teoretické části DP, protože jsem vycházel výhradně z dat poskytnutých Cenií (www.cenia.cz) a nepoužil jsem žádný výstup z vlastního měření).

Budu velmi rád, když mnou získané údaje přispějí při plánovaných opravách stáji Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem.

9. Metodika

Pro kontinuální měření teploty, vlhkosti a rosného bodu byly použity dva přístroje commetr D3120, což je vlastně teploměr, vlhkoměr a barometr. První přístroj se instaloval do stáje číslo 9 na zeď, a to tak, aby na něj nedosáhli koně ani hříbata a aby také nebránil provozu stáje. Jelikož byl připevněn na skobě na zdi, tak se musel pověsit tak, aby se co možná nejméně dotýkal zdi a naměřené údaje tím nebyly zkresleny. Samozřejmě musel být pověšen tak, aby nespadl.

Druhý commetr D3120 se položil na parapet stáje na nádvoří, kam příliš nesvítí sluníčko, které by okno rozehřívalo a tím by způsobilo velké zkreslení dat. Cílem bylo najít takové místo, které by zachycovalo průběh počasí co možná nejdůvěryhodněji. Ideálem by samozřejmě bylo použít klasickou meteorologickou budku, ale to z technických a organizačních důvodů nebylo možné provést.

Přibližně každý měsíc se naměřená data z těchto přístrojů stáhla do notebooku do excelovské tabulky a následně pak statisticky zpracovala.

Jednou za měsíc se provedlo 24 hodinové měření stájových plynů. Před prvním měřením se musely natáhnout pod stropem kabely, které spojovaly čidla zavěšená v prostoru stáje pod stropem s měřicí ústřednou. Ta se společně s čidly přivezla vždy jen na konkrétní 24 hodinové měření, které probíhalo od cca 10:00 h do přibližně stejné hodiny následujícího dne. Každé měření obnášelo instalaci měřicí ústředny do přípravný a její propojení s přívodem elektrické energie. Zároveň se musela propojit i s kabely jdoucími pod stropem do stáje. Na jejich opačný konec se také musela zavěsit čidla na měření plynů. Také bylo vždy změřeno proudění vzduchu u otevřených oken a dveří, uprostřed stáje a na nádvoří. Proudění vzduchu se bohužel nemohlo kontinuálně zaznamenávat. Pravidelné měření bylo vždy ukončeno odinstalováním čidel a jejich odvezení spolu s měřicí ústřednou. Na úplně posledním měření se odinstalovaly i kabely připevněné na strop (těch bylo 5, používaly se ale vždy jen 4; ten pátý zde byl pro případ poruchy jednoho z nich). Naměřená data se pak statisticky zpracovala.

Oba commetry měřily v hodinovém intervalu teplotu, vlhkost a rosný bod. Záznam z měření plynů byl nastaven na interval 10 minut. Data byla statisticky zpracována následujícím způsobem:

- pomocí korelace a lineární regrese se určovala míra vztahu páru veličin (teplota, vlhkost, rosný bod) vždy uvnitř stáje jako závisle proměnná k téže veličině naměřené venku na nádvoří jako nezávisle proměnná
- byly vytvořeny grafy vývoje teploty, vlhkosti a rosného bodu
- pomocí korelace a lineární regrese se určovala míra vztahu koncentrace plynů na teplotě, vlhkosti a rosném bodě
- pomocí korelace a lineární regrese se určovala míra vztahu koncentrace plynů na přítomnosti koní ve stáji.

Záznamy z ambulantních měření proudění vzduchu se využily jako podpůrné argumenty pro popis stájového prostředí. Rovněž bylo provedeno rozměrové zaměření stáje (délka, šířka, výška), oken, vrat na nádvoří a průchodu do vedlejší stáje.

10. Shrnutí výsledků

10.1 Vztah venkovního makroklimatu na mikroklima stájí

Teplota

Vztah teploty naměřené uvnitř stáje číslo 9 jakožto závisle proměnné a teploty naměřené na nádvoří jakožto nezávisle proměnné byl statisticky testován pomocí korelace a lineární regrese v programu Microsoft Excel.

V jednotlivých měsících se dospělo k různým mírám závislosti. Teplota ve stáji do jisté míry kopírovala průběh teploty na nádvoří, ovšem nikdy nedosahovala takových extrémů (ať už kladných a nebo záporných). Navíc ze stájové teploty lze celkem snadno odvodit sociální vlivy, jako je týdenní periodicitu pracovního režimu ošetřovatelů a také doba vyhánění koní na pastvu, kdy jsou delší dobu otevřena vrata.

Nejvyšší míru závislosti mezi teplotou ve stáji a na nádvoří lze vysledovat v jarních a podzimních měsících. Je to patrně způsobeno tím, že venkovní teplota je ještě poměrně vyrovnaná (nedosahuje velkých výkyvů během dne) a díky větrání je zanedbatelný rozdíl v obou teplotách. V létě dochází k velkému rozehrívání nádvoří a tím k velkému rozdílu v teplotách. Je pravděpodobné, že kdyby byla použita meteorologická budka pro měření teploty na nádvoří, takže by asi rozdíl hodnot nebyl tak velký. Commetr byl umístěn na severní straně nádvoří, aby jím měřená teplota byla jeho polohou minimálně ovlivňována a zkreslována.

Vlhkost

Vztah vlhkosti naměřené uvnitř stáje číslo 9 jakožto závisle proměnné a vlhkosti naměřené na nádvoří jakožto nezávisle proměnné byl statisticky testován pomocí korelace a lineární regrese v programu Microsoft Excel.

Jak v letních, tak i v zimních měsících se v našich zeměpisných šířkách setkáváme s dlouhým obdobím tlakové výše, která přináší stabilní počasí, slunečno s minimem srážek a tím pádem i vlhkosti. Ovšem v předjaří a v pozdním podzimu se počasí velmi rychle střídá. Střídají se dny s velkou a malou vlhkostí. Pro stájové mikroklima je ovšem problematictější, když se venkovní vlhkost delší dobu drží na vysoké úrovni. Krátkodobé výchyly ve vlhkosti se tolik neprojeví v mikroklimatech stáje.

Rosný bod

Vztah rosného bodu naměřeného uvnitř stáje číslo 9 jakožto závisle proměnné a rosného bodu naměřeného na nádvoří jakožto nezávisle proměnné byl statisticky testován pomocí korelace a lineární regrese v programu Microsoft Excel.

Rosný bod je veličina vycházející z teploty a vlhkosti vzduchu. Tomu odpovídají i výsledná statistická data, kdy pouze v červenci, prosinci a lednu nebyl vzájemný vztah příliš těsný. Statistické výstupy za jednotlivé měsíce shrnuje tabulka číslo 5.

Tabulka č. 5: Přehled statistických ukazatelů mikroklimatu stáří za jednotlivé měsíce

Měsíc	Teplota				Vlhkost				Rosný bod												
	korelace	regrese	r ²	F-test	PSV	T-test	n	korelace	regrese	r ²	F-test	PSV	T-test	n	korelace	regrese	r ²	F-test	PSV	T-test	n
Rok 2011																					
duben	0,70984	0,34878	0,5038	680,4	670	26,08	672	0,6921	0,4659	0,4790	616,2	670	24,82	672	0,8763	0,9332	0,7679	2217,7	670	47,09	672
květen	0,53583	0,23144	0,2871	42,69	106	6,533	108	0,5850	0,2614	0,3422	3184,4	106	7,42	108	0,9138	0,9191	0,8351	300,25	106	23,169	108
červen	0,52817	0,22359	0,2789	1165,5	718	16,667	720	0,6365	0,4252	0,4051	41843,9	718	22,11	720	0,9233	1,0099	0,853	5920,1	718	64,43	720
červenec	0,24664	0,14402	0,0608	48,064	742	6,933	744	0,2526	0,1988	0,0638	50,583	742	7,11	744	-0,1844	-0,2272	0,034	26,12	742	-5,111	744
srpen	0,79792	0,50924	0,6366	1300,3	742	36,05	744	0,4666	0,32665	0,2177	206,45	742	14,37	744	0,79958	0,8979	0,639	1315,3	742	36,27	744
září	0,88349	0,5038	0,7806	2554,1	718	50,54	720	0,6699	0,5374	0,4488	584,67	718	24,18	720	0,9766	1,0123	0,954	14816	718	121,7	720
říjen	0,91306	0,60197	0,8337	3719,7	742	60,99	744	0,5950	0,50091	0,3541	406,71	742	20,17	744	0,96763	0,8125	0,936	10910	742	104,4	744
listopad	0,84561	0,6181	0,7151	1801,9	718	42,45	720	0,3499	0,34824	0,1224	100,18	718	10,01	720	0,92628	0,8191	0,858	4338	718	65,87	720
prosinec	0,57695	0,25275	0,3329	370,2	742	19,24	744	0,6346	0,64284	0,4027	500,29	742	22,37	744	0,58689	0,4786	0,344	389,9	742	19,75	744
Rok 2012																					
leden	0,77498	0,29809	0,601	1115,8	742	33,4	744	0,62046	0,48793	0,3849	464,46	742	21,55	744	0,67513	0,3166	0,456	621,5	742	24,93	744
únor	0,90698	0,47223	0,823	3218,3	694	56,73	696	0,70972	0,49707	0,5037	704,39	694	26,54	696	0,92833	0,4676	0,862	4327,5	694	65,78	696
březen	0,77342	0,43867	0,598	1048,0	704	32,37	706	0,78242	0,58818	0,6122	1111,28	704	33,33	706	0,90267	0,7206	0,815	3097,5	704	55,65	706

Pozn.: PSV - počet stupňů volnosti; n - počet záznamů

10.2 Posouzení vhodnosti stájí Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem z hlediska welfare koní

Vejšík (2001) uvádí maximální letní teplotu ve stájích pro koně, která by neměla překročit 25 °C a v zimě poklesnout pod 6 °C. Optimální teploty se přitom pohybují mezi 10 a 14 °C. Z měření vyplývá, že měsíce duben 2011 a květen 2011 byly v limitu, v měsících červen 2011, červenec 2011 a srpen 2011 byla teplota vyšší – většinou se pohybovala v rozmezí 25 – 30 °C ve stáji, ovšem na nádvoří byly zcela běžně dosahovány teploty okolo 35 – 40 °C. 28. 6. 2011 byla dokonce na nádvoří naměřena teplota 46 °C. V září 2011 a říjnu 2011 byla teplota v optimu. V listopadu 2011 a prosinci 2011 se teplota ve stáji pohybovala okolo 5 °C. V lednu 2012 se stájová teplota držela po většinu měsíce okolo 6 °C, ovšem na konci tohoto měsíce se venkovní teplota pohybovala až okolo –5 °C. Z hlediska minimálních teplot byl nejproblémovější únor 2012, kdy se i ve stáji držela teplota pod 0 °C, konkrétně pak okolo –4 °C ve dnech 4. - 13. února 2012. Nutno ale zmínit, že v tuto dobu byla celá Česká republika sužována dlouhotrvajícími mrazy a na mnoha meteorologických stanicích padaly teplotní rekordy. Několikrát se dokonce předpokládalo, že by mohl padnout i absolutní teplotní rekord –42,6 °C z Litvínovic u Českých Budějovic. V těchto dnech bylo v Kladrubech nad Labem naměřeno na nádvoří –15 °C. Toto období mrazů trvalo v Kladrubech 11 dní. Teplota ve stáji v měsíci březnu 2012 byla až na jednu krátkou periodu v první třetině měsíce vyhovující. Naměřené hodnoty dokládají obrázky č. 12 – 47.

Chov koní je dále limitován maximální doporučenou vlhkostí vzduchu, která by podle Vejšíka (2001) neměla přesáhnout 85 %. Zároveň by se ve stájích mělo zabránit průvanu. Duben 2011 dle kritérií maximální vlhkosti vzduchu ve stáji byl až na jeden den vyhovující. Květen 2011 byl zcela vyhovující a červen 2011 byl vyhovující až na dva dny, ve kterých ale i venkovní vlhkost dosahovala 98 %. V červenci 2011 bylo několik krátkých period, kdy venkovní vlhkost a tím pádem pak i vlhkost ve stáji byla okolo 90 %. V srpnu 2011, září 2011 a říjnu 2011 byla vlhkost vzduchu ve stáji až na několik málo dní vyhovující. Vlhkost vzduchu v listopadu 2011 byla poměrně vyrovnaná, držela se okolo 80 %. V prosinci 2011 již byly významnější rozdíly ve vlhkosti vzduchu mezi jednotlivými dny, denní průměry vlhkosti se ale držely okolo 80 %. V lednu 2012 se vlhkost pohybovala mezi 80 a 90 %, tedy byla vyšší, než doporučená hodnota. Únor 2012 byl také problematický měsíc stran vlhkosti vzduchu, kdy po většinu měsíce byla vlhkost těsně pod 90 %. Začátek a konec tohoto měsíce byl ovšem vyhovující. Březen 2012 byl poměrně rozkolísaný, ale až na dva až tři dny ze začátku měsíce a pak jeden den na konci měsíce vyhovující. Naměřené hodnoty viz. obr. č. 12 – 47.

Navrátil (2007) uvádí doporučené maximální koncentrace stájových plynů pro chov koní následovně: CO₂ = 0,25 % obj., NH₃ = 0,0025 % obj. a H₂S = 0,001 % obj. Ovšem Kic a Brož (1995) ve své publikaci uvádějí následující údaje:

Tabulka č. 6: Nejvyšší přípustné koncentrace stájových plynů ve stájích pro koně

Stájový plyn	Koncentrace plynných škodlivin		
	objemové %	ppm	mg/m ³
oxid uhličitý	0,30	3000	5500
amoniak	0,0025	25	18
sirovodík	0,0007	7	10

Oxid uhličitý

CO₂ by ve stáji neměl přesáhnout koncentraci 3000 ppm. Ovšem ve stáji bylo za celou dobu měření naměřeno 600 – 950 ppm, pro výpočet čisté emise se navíc musí od této hodnoty odečíst vždy 380 ppm. Naměřené hodnoty v mg/m³ jsou 1050 – 1550, což také s velkou rezervou splňuje doporučené maximální hodnoty.

Amoniak

Maximální koncentrace NH₃ je stanovena na 25 ppm. Ovšem naměřené hodnoty byly po celou dobu měření v intervalu 5,6 – 6,0 ppm, což s velkou rezervou vyhovuje. A hodnota 18 mg/m³ je také dodržena, neboť skutečné hodnoty se pohybují okolo 4 mg/m³.

Sirovodík

Pro H₂S je stanovena maximální koncentrace ve stájích pro koně na 7 ppm. Ovšem skutečně naměřené hodnoty dosahují desetin, konkrétně 0,7 – 0,8 ppm. A tomuto poměru také odpovídají i skutečně naměřené hodnoty v mg/m³, což je 1,1 a doporučená maximální hodnota je 10 mg/m³.

Pro posouzení welfare chovu koní je nutné ještě zohlednit **rychlost proudění vzduchu**. Tuto veličinu ale vzhledem k jen ambulantnímu měření, které bylo prováděno zhruba 1x za měsíc, není možné vyhodnotit. Pro úplnost jsou ale uvedeny doporučené nejvyšší rychlosti proudění vzduchu ve stájích pro koně podle Kice a Brože (1995) takto: minimální rychlost proudění 0,15 – 0,25 m/s, optimální rychlost proudění 0,25 m/s a maximální rychlost proudění 0,5 m/s. Konkrétní naměřené údaje z jednotlivých měření rychlosti proudění vzduchu jsou uvedeny v tabulce č. 11 v přílohách.

10.3 Závislost koncentrace stájových plynů na přítomnosti koní ve stáji

Amoniak

Statisticky vyšla průkaznost mezi koncentrací tohoto plynu a přítomnosti koní ve stáji. Ale rozdíl hodnot koncentrací amoniaku z doby, kdy ve stáji jsou koně a z doby, kdy je stáj prázdná, je minimální. Vysvětlením je skutečnost, že v době, kdy je stáj prázdná, je koncentrace tohoto plynu téměř konstantní; kdežto v době, kdy jsou ve stáji koně, tak hodnoty lehce oscilují okolo této konstanty. Interval hodnot, kdy ve stáji koně nejsou je výrazně užší než v době, kdy je stáj plná. Výsledky měření shrnují grafy na obrázcích číslo 48 až 57.

Metan

Obdobná situace platí i u metanu. U tohoto plynu je ale zřejmé, že jeho koncentrace reaguje se zpožděním na příchod koní do stáje. Koncentrace je také závislá i na intenzitě větrání a na rychlosti proudění vzduchu mimo stáj. Ve dnech, kdy bylo větrné počasí, se koncentrace tohoto plynu pohybovala na své minimální hodnotě i v případě, že koně byli ve stáji. Navíc z jednotlivých měření také vyplývá, že koncentrace tohoto plynu ve stáji klesá s klesající pohybovou aktivitou koní. Proto se v době od půlnoci do zhruba třech hodin ráno koncentrace tohoto plynu také drží na své minimální úrovni. Naměřené hodnoty shrnují grafy na obrázcích číslo 58 až 67 v přílohách.

Sirovodík

Pobyt koní ve stáji má na koncentraci sirovodíku ve stáji zanedbatelný vliv. To vyplývá ze všech grafů na obrázcích číslo 68 až 77 uvedených v přílohách. Lze vyvodit, že v době, kdy je stáj prázdná, je koncentrace zcela konstantní a v době, kdy jsou ve stáji koně, tak hodnoty oscilují kolem průměrné hodnoty. Průměrná hodnota koncentrace tohoto plynu v době, kdy je stáj prázdná a v době, kdy je plná, se téměř neliší. Rozdíl je až v řádu setin a nebo tisícin.

Oxid uhličitý

Nejvýznamnější a statisticky nejprůkaznější jsou rozdíly mezi koncentracemi oxidu uhličitého v době, kdy je stáj prázdná a kdy jsou v ní koně. V prázdné stáji se hodnoty pohybují okolo 250 ppm, ale jsou-li koně ve stáji, tak hodnoty tohoto plynu se velmi rychle dostanou na úroveň 450 – 550 ppm. A přibližně v tomto intervalu se také pohybují. Existují ale i krátkodobá maxima okolo 650 ppm. Je tedy zřejmé, že koncentrace tohoto plynu je velmi úzce vázána na přítomnost koní ve stáji a na jejich pohybovou aktivitu. Výsledky z měření tohoto plynu shrnují grafy na obrázcích číslo 78 až 87.

10.4 Posouzení závislosti koncentrace jednotlivých plynů na teplotě, vlhkosti vzduchu a rosném bodě

Amoniak

Z každého 24 hodinového měření byly vypočítány průměrné koncentrace amoniaku a tyto hodnoty se pak statisticky pomocí korelace a lineární regrese vyhodnotily. Hodnoty teploty, vlhkosti a rosného bodu jsou také zprůměrovány z celé délky měření plynu. Z tabulky číslo 7 vyplývá, že vztah mezi koncentrací tohoto plynu a teplotou vzduchu ve stáji, relativní vlhkostí a rosným bodem je nízký. Byl vytvořen i model, do kterého se zahrnuly jednotlivé průměrné koncentrace tohoto plynu a všechny tři teplotně-vlhkostní charakteristiky. Ovšem ani zde se neprokázala pomocí lineární regrese závislost. Výsledná hodnota byla 0,023051.

Tabulka č. 7: Závislost koncentrace amoniaku ve stáji na teplotě, vlhkosti vzduchu a rosném bodu

Datum	NH ₃ v ppm	Tepl. ve stáji	RH ve stáji	RB ve stáji
9.6.2011	5,758724	18,5	53,8	9,0
7.7.2011	5,7931568	16,6	60,4	8,8
10.8.2011	5,7301779	17,9	61,3	10,2
8.9.2011	5,5886283	15,9	75,5	11,5
6.10.2011	5,6847478	17,6	66,2	11,3
3.11.2011	5,719174	10,3	76,3	7,0
8.12.2011	5,646796	6,1	79,3	1,9
5.1.2012	5,6091364	5,2	81,7	3,2
16.2.2012	5,6062338	0,1	91,6	1,5
29.3.2012	5,5931229	12,5	75,6	7,8
Regrese		0,00660466	-0,005175	0,0072321
Korelace		0,56842415	-0,796598	0,3642116

Metan

Z každého 24 hodinového měření byly vypočítány průměrné koncentrace metanu a tyto hodnoty se pak statisticky pomocí korelace a lineární regrese vyhodnotily. Hodnoty teploty, vlhkosti a rosného bodu jsou také zprůměrovány z celé délky měření plynu. Tabulka číslo 8 dokládá opět poměrně nízké vztahy koncentrací metanu k teplotě, vlhkosti a rosnému bodu. I zde se otestovala míra vztahu v modelu lineární regrese, do něhož se zadaly průměrné koncentrace metanu z jednotlivých měření a průměrné hodnoty teploty, vlhkosti a rosného bodu. Výsledkem byla opět nízká hodnota vzájemného vztahu, konkrétně pak 0,060565.

Tabulka č. 8: Závislost koncentrace metanu ve stáji na teplotě, vlhkosti vzduchu a rosném bodu

Datum	CH ₄ v ppm	Tepl. ve stáji	RH ve stáji	RB ve stáji
9.6.2011	14,871547	18,5	53,8	9,0
7.7.2011	13,323883	16,6	60,4	8,8
10.8.2011	15,208792	17,9	61,3	10,2
8.9.2011	14,899958	15,9	75,5	11,5
6.10.2011	14,335564	17,6	66,2	11,3
3.11.2011	15,24783	10,3	76,3	7,0
8.12.2011	15,319301	6,1	79,3	1,9
5.1.2012	18,35192	5,2	81,7	3,2
16.2.2012	15,92999	0,1	91,6	1,5
29.3.2012	15,48346	12,5	75,6	7,8
Regrese		-0,12837321	0,0661798	-0,201124
Korelace		-0,63956859	0,5897042	-0,586335

Sirovodík

Z každého 24 hodinového měření byly vypočítány průměrné koncentrace sirovodíku a tyto hodnoty se pak statisticky pomocí korelace a lineární regrese vyhodnotily. Údaje o teplotě, vlhkosti a rosném bodě jsou také zprůměrovány z celé délky měření plynu. Tabulka číslo 9 shrnuje vztahy koncentrací sirovodíku k teplotě, vlhkosti a rosnému bodu. I u tohoto plynu vyšla nízká míra vztahů až na korelaci sirovodíku k relativní vlhkosti (0,73). Otestovala se i míra vztahů v modelu lineární regrese, do něhož se zadaly průměrné koncentrace sirovodíku z jednotlivých měření a průměrné hodnoty teploty, vlhkosti a rosného bodu. Výsledkem byla opět nízká hodnota vzájemného vztahu, konkrétně pak -0,00304.

Tabulka č. 9: Závislost koncentrace sirovodíku ve stáji na teplotě, vlhkosti vzduchu a rosném bodu

Datum	H ₂ S v ppm	Tepl. ve stáji	RH ve stáji	RB ve stáji
9.6.2011	0,788056525	18,5	53,8	9,0
7.7.2011	0,78673741	16,6	60,4	8,8
10.8.2011	0,800072333	17,9	61,3	10,2
8.9.2011	0,812729886	15,9	75,5	11,5
6.10.2011	0,812141179	17,6	66,2	11,3
3.11.2011	0,812342499	10,3	76,3	7,0
8.12.2011	0,811682227	6,1	79,3	1,9
5.1.2012	0,811159162	5,2	81,7	3,2
16.2.2012	0,807643335	0,1	91,6	1,5
29.3.2012	0,812440019	12,5	75,6	7,8
Regrese		-0,000740186	0,000654349	-0,000660524
Korelace		-0,461894877	0,730310879	-0,241189573

Oxid uhličitý

Z každého 24 hodinového měření byly vypočítány průměrné koncentrace oxidu uhličitého a tyto hodnoty se pak statisticky pomocí korelace a lineární regrese vyhodnotily. Údaje o teplotě, vlhkosti a rosném bodu jsou také zprůměrovány z celé délky měření plynu. Tabulka číslo 10 shrnuje vztahy koncentrací oxidu uhličitého k teplotě, vlhkosti a rosnému bodu. Na základě lineární regrese byla zjištěna významnější míra vzájemného vztahu koncentrace tohoto plynu k teplotě vzduchu ve stáji a k rosnému bodu. Model lineární regrese, do něhož se zadaly koncentrace tohoto plynu a všechny tři veličiny stájového mikroklimatu, vyšel -21,1712.

Tabulka č. 10: Závislost koncentrace oxidu uhličitého ve stáji na teplotě, vlhkosti vzduchu a rosném bodu

Datum	CO ₂ v ppm	Tepl. ve stáji	RH ve stáji	RB ve stáji
9.6.2011	735,58541	18,5	53,8	9,0
7.7.2011	742,7892	16,6	60,4	8,8
10.8.2011	748,99282	17,9	61,3	10,2
8.9.2011	743,97844	15,9	75,5	11,5
6.10.2011	734,917	17,6	66,2	11,3
3.11.2011	827,29412	10,3	76,3	7,0
8.12.2011	749,27672	6,1	79,3	1,9
5.1.2012	704,20473	5,2	81,7	3,2
16.2.2012	686,21379	0,1	91,6	1,5
29.3.2012	829,87844	12,5	75,6	7,8
Regrese		2,01485801	-0,551975	3,6264681
Korelace		0,28110485	-0,137733	0,2960573

11. Diskuse

11.1 Teplota, vlhkost vzduchu a rosný bod

Teplota naměřená ve stáji vždy vykazovala užší interval hodnot a zároveň i jisté zpoždění za vývojem teploty na nádvoří. Její výši ovlivňují koně, kteří díky svým fyziologickým procesům produkují teplo. Samozřejmě je i teplota ve stáji velmi ovlivňována teplotou vzduchu mimo stáj – tedy intenzitou větrání. Z grafů v příloze je rovněž patrný i denní chod teplot a příchod jednotlivých studených front.

Podle Vejčíka (2001) by maximální teplota ve stájích neměla překročit 25 °C, ovšem Navrátil (2007) uvádí již teplotu 20 °C. Z ročního kontinuálního měření vyplývá, že tato teplota byla překročena jen několikrát v letních měsících, a to vždy jen na krátkou dobu. Důležité je také zmínit, že ve dnech, kdy stájová teplota byla vyšší než je doporučovaná, byly venku na nádvoří běžně naměřeny hodnoty okolo 35 – 40 °C. Jeden extrém dokonce dosáhl hodnoty 46 °C.

Ovšem ani s minimálními naměřenými teplotami nebyl až na výjimky problém. Z hlediska minimálních teplot byl nejproblémovější únor 2012, kdy se i ve stáji držela teplota pod 0 °C, konkrétně pak okolo -4 °C, a to ve dnech 4. – 13. února 2012. V těchto dnech ale celou Českou republiku sužovaly dlouhotrvající mrazy a na mnoha meteorologických stanicích padaly teplotní rekordy. V těchto dnech bylo v Kladrubech naměřeno na nádvoří -15 °C. Toto období mrazů trvalo v Kladrubech 11 dní. Podle slov pracovníků Národního hřebčína koně tuto mrazivou periodu snášeli celkem bez problémů. Dokonce i v těchto mrazech chodili na cca 2 hodiny ven na pastvinu. Problém byl ovšem se zásobováním stáji vodou pro napájení koní, protože ta celkem pochopitelně zamrzala. Proto byl vypnut centrální rozvod vody a koním se napáječky zásobovaly vodou z hadice, která se vždy uklízela do přípravný, kde nemrzlo.

Vlhkost vzduchu bývá v mnohých chovech problematická. Z kontinuálního ročního měření ale vyplývá, že se sice v průběhu celého roku vyskytly krátké periody (tedy i v létě), kdy byla doporučená maximální vlhkost vzduchu ve stáji překročena, ale vždy to bylo jen na několik málo dní. Víc těchto period bylo pochopitelně v zimních měsících, konkrétně pak v lednu 2012 a únoru 2012.

Rosný bod je veličina odvozená od teploty a vlhkosti. Proto se k ní nestanovují žádné doporučené limity.

Na základě ročního měření (záznamy z měsíce května 2011 jsou výrazně zkráceny z důvodu krádeže čidla) ve stáji číslo 9 Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem lze tedy konstatovat, že zdejší stáje splňují po většinu roku požadavky welfare koní pro teplotu vzduchu ve stáji a vlhkost vzduchu ve stáji.

11.2 Stájové plyny

Koncentrace všech stájových plynů byly ve všech měřeních zcela v předepsané normě. Konkrétně u amoniaku byla naměřená koncentrace zhruba 4x nižší, než jaká je maximální doporučená, u sirovodíku byla koncentrace přibližně jen v řádu desetin hodnoty doporučované normami a u oxidu uhličitého byla naměřená koncentrace cca třetinová až čtvrtinová. Proto i z pohledu koncentrace stájových plynů jsou stále Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem plně vyhovující.

Zároveň jak vyplývá z tabulky číslo 12 uvedené v přílohách ani rozdílný počet hřibat ve stáji a tedy ani pozvolna se zvyšující hmotnost všech koní ustájených ve stáji číslo 9 (klisny s hřibaty, která se postupně rodila) neměla na koncentrace stájových plynů vliv.

Pokud bychom se ale setkali s případem, kdy by jedna či více veličin po delší dobu nesplňovaly předepsaná kritéria, muselo by se začít uvažovat o nějakém řešení **větrání stájí**, které spočívá v tom, že se odvádí z prostoru stájí vlhký vzduch, snižují se koncentrace stájových plynů, prachu a mikroorganismů. Ideální je využívat přírozeného větrání. Návrh nuceného větracího systému je ovšem velmi složitý. Musí totiž respektovat potřebu maximálně šetřit teplem ve stáji a zároveň zajistit splnění výše uvedených kritérií. Musíme si ale také uvědomit, že vyprojektování a pak i vlastní pořízení a instalace takového větracího systému je poměrně nákladná. Další jeho nevýhoda spočívá v tom, že tyto systémy bývají dost poruchové vzhledem k velmi agresivnímu stájovému prostředí. A poruchy těchto systémů pak vedou k nulovému větrání (v těchto objektech se většinou ani moc nepředpokládá, že by byla někdy potřeba využívat provětrávání, což je nejjednodušší regulované větrání pomocí oken a dveří), přehřívání objektů nebo naopak velkému podchlazování a zamrzání vody a také ke hromadění stájových plynů vysoce nad stanovené hodnoty.

Cílem větrání by mělo být zajistit odvedení oxidu uhličitého ven ze stáje, snížit množství relativní vzdušné vlhkosti pod stanovenou maximální hodnotu, v zimě minimalizovat odvádění tepla ze stáje a v létě naopak odvádět co možná nejvíc tepla ze stáje. Z výše uvedeného je patrné, že splnění mnohých parametrů stájového mikroklimatu je velmi komplikované, neboť snížením vlhkosti či koncentrace stájových plynů se v zimě zcela logicky bude snižovat i teplota vzduchu, což není žádoucí. Proto pokud není možné splnit všechna kritéria tak, aby odpovídala mezním hodnotám, tak se musí využít umělého zdroje tepla ve stájích. V létě se pak dá využít klopení a nebo rozstříkávání aerosolu v prostorách stájí, čímž se sníží teplota vzduchu i prašnost. Pokud máme ale stáj, ve které se používá umělý systém větrání nebo dokonce přehřívání z venku vháněného vzduchu, tak musíme počítat s dost vysokými náklady na provoz a i na údržbu takového větracího zařízení (Cihelka a kol. 1985).

Zajištění optimálních hodnot mikroklimatu ve stájích je jedním z nejnáročnějších úkolů při projektování a provozu stájí.

12. Závěr

Na základě dvanáctiměsíčního měření ve stáji číslo 9 Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem bylo zjištěno, že zdejší mikroklima stájí ve všech sledovaných aspektech vyhovuje doporučeným maximálním hodnotám a splňuje tak podmínky pro welfare chovu koní (Franck 1979).

Všechny cíle této práce byly splněny. Jednalo se o kontinuální měření teploty, vlhkosti a rosného bodu ve stáji číslo 9 Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem a na nádvoří před touto stájí. Přibližně jedenkrát za měsíc bylo provedeno 24 hodinové měření stájových plynů a zároveň ambulantně změřeno proudění vzduchu uvnitř stáje, u otevřených oken a dveří a na nádvoří. Všechny naměřené údaje byly statisticky zhodnoceny.

Na počátku měření v Kladrubech nad Labem jsem se dozvěděl i o snahách Státní památkové péče prosadit své názory při opravách zdejších stájí a dalších objektů chráněných Památkovým zákonem. Je nepochybně důležité dbát i na historické souvislosti a chránit staré památky, dříve používané stavební slohy, ale v případě stájí v Kladrubech nad Labem jsem rád, že byla dána přednost zajištění vhodných životních podmínek koním, kteří zde tráví velkou část svého života, před některými návrhy památkářů (Duruttya 1993) a (Voříšková 2001). Tyto historicko-estetické návrhy budou plně realizovány na ostatních stavbách, ne na stájích.

O významu mikroklimatu stájí (nejen pro chov koní) se ví a mluví poměrně dlouho. Je ale důležité získané poznatky vyhodnocovat a hlavně se jimi řídit v praxi při výstavbě nebo opravách stájí (Bayley 2002). To byl ostatně i důvod, proč byla tato práce sepsána. Navazuje totiž na mou bakalářskou práci, kterou jsem chtěl vypomoci při plánování oprav stájí Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem. Národní hřebčín Kladruby nad Labem, s. p. o. získal finance na rozsáhlé opravy stájí a i dalších svých budov. Stáje zde nebyly poměrně dlouhou dobu opravovány a modernizovány, nebudeme-li brát v úvahu běžné provozní opravy.

Jistě by nebylo od věci provést měření i v dalších stájích hřebčína v Kladrubech a nebo provést měření ve zrekonstruovaných stájích a srovnat naměřené hodnoty s již známými hodnotami. Od bývalé ředitelky Národního hřebčína v Kladrubech nad Labem, Ing. Lenky Gotthardové, jsem se kdysi také dozvěděl, že by bylo také vhodné provést měření ve stájích, kde se koně nevyskytují nepřetržitě (např. stáje u dostihových závodů – Velká Chuchle, Pardubice,...) a provést srovnání s daty z Kladrub.

13. Přehled literatury a použitých zdrojů

- Babor, M.: Atlas koní. Svojtka & Co., Praha, 2009.
- Bayley, L.: What is My Horse Thinking. Octopus Publishing Group – Hamlyn, London, 2002.
- Bílek, F. a kol.: Speciální zootechnika – Chov koní. SZN Praha, Praha, 1958.
- Bird, J.: Chov koní přirozeným způsobem. Slovart, Praha, 2004.
- Brownstone, D. a Franck, I.: Historie válek. Eminent, Praha, 1999.
- Brunsch, R.: Nicht nur auf die Temperatur achten. Neue Landwirtschaft, Berlin, 1996.
- Cihelka, J. a kol.: Vytápění, větrání a klimatizace, SNTL Praha, 1985.
- Collective of authors: The Book of the Horse. London, 1993.
- Dobroruka, J. L. a Kholová, H.: Zkrocený vládce stepi. Panorama, Praha, 1992.
- Drásalová, M.: Vliv specifických fytochemických látek na obsah čpavku ve stájovém prostředí. SOČ, Brno, 2010.
- Duruttya, M.: Etológia koní. Košice, 1993.
- Edwards, E. H.: The Ultimate Horse Book. D. K. Limited, London, 1991.
- Ende, H.: Die neue Stallapotheke. Müller Rüschnikon Verlags AG, Cham, 2000.
- Franck, D.: Verhaltensbiologie. Stuttgart, Thieme Verlag, 1979.
- Franěk, B. a kol.: Úprava stájového prostředí, SZN, 1965.
- Hajič, F. a kol.: Obecná zootechnika. JČU ZF České Budějovice, České Budějovice, 1995.
- Hermesen, J.: Encyklopedie koně. Levné knihy Kma s. r. o., Praha, 2007.
- Hujňák, J.: Přestavby a opravy stájí. ÚZPI, Praha, 1997.
- Kholová, H. a Hošek, J.: Koně. Aventinum, Praha, 1996.
- Kic, P. a Brož, V.: Tvorba stájového prostředí. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, Praha, 1995.
- Kic, P. a Brož, V.: Zařízení pro větrání a klimatizaci stájí. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, Praha, 2000.
- Kic, P.: Úprava vzduchu ve stájových objektech. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 1996.
- Klabzuba, J. a Kožnarová, V.: Aplikovaná meteorologie a klimatologie., XI. díl Mikroklima stájí. ČZU, Praha, 2002.
- Klabzuba, J. a Kožnarová, V.: Základy bioklimatologie. SVOPAP Praha, 2001.
- Kolektiv autorů: Chov koní a jeho management v současných podmínkách. Sborník příspěvků, ČZU, Praha, 2010.
- Kolektiv autorů: Ročenka „Chov starokladrubských koní 2011“. Národní hřebčín Kladruby nad Labem, Kladruby nad Labem, 2012.

- Kosová, M.: Analýza výkonnostních ukazatelů chladnokrevných plemen koní zařazených mezi genetické zdroje ČR. ČZU v Praze, Praha, 2011.
- Pražan, J. a kol.: Ochrana životního prostředí ČR se zaměřením na zemědělství. ÚZPI, Praha, 2004.
- Mohr, E.: Das Urwildpferd. Die Neue Brehm Bücherrei, Wittenberg, 1970.
- Navrátil, J.: Základy chovu koní. ÚZPI, Praha, 2007.
- Navrátil, J.: Základy chovu koní. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha, 2000.
- Polanský, J.: Chov koní pro posluchače oboru ZOO. VŠZE v Praze, Praha, 1983.
- Pytloun, J. a kol.: Chov hospodářských zvířat I. VŠZE v Praze, Praha, 1994.
- Modlínska, G.: Koně a hříbata. Slovart, Praha, 1994.
- Sambraus, H. H.: Applied ethology. Elsevier Science, Amsterdam, 1998.
- Sidor, V., Debrecény, O.: Etológia a adaptácia hospodárskych zvierat. Príroda, Bratislava, 1988.
- Sly, D.: Practical Handbook riding a horse. Anness Publishing Limited, London, 1999.
- Sode, M. L.: Kenne ich mein Pferd? Franckh-Kosmos Verlags, Stuttgart, 1992.
- Štolc, L. a kol.: Chov hospodářských zvířat I. ČZU a ISV Praha, Praha, 1996.
- Trávníček, J. a kol.: Fyziologie hospodářských zvířat. JČU ZF v Českých Budějovicích, České Budějovice, 1998.
- Vejšík, A.: Chov hospodářských zvířat. JČU ZF v Českých Budějovicích, České Budějovice, 2001.
- Volf, J.: Odysea divokých koní. Academia, Praha, 2002.
- Voříšková, J.: Etologie hospodářských zvířat. JČU ZF v Českých Budějovicích, České Budějovice, 2001.
- Watsonová, M. G. a kol.: Kůň. Fragment, Havlíčkův Brod, 2003.
- Zeman, J.: Mikroklima, měření a vyhodnocování. VŠV Brno, 1976.

www.cenia.cz

www.nhkladruby.cz

www.novinky.cz/veda-skoly

www.vurv.cz