

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH**

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Krajinného managementu

Vedoucí katedry: prof. Ing. Tomáš Kvítek, Csc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv trvalých travních porostů na jakost vod

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Bystřický

Autor: Jitka Dvořáková

České Budějovice, 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jitka DVOŘÁKOVÁ**
Osobní číslo: **Z09478**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Vliv trvalých travních porostů na jakost vod.**
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- Práce bude mít charakter literární rešerše s následujícím rámcovým obsahem:
- vývoj rozlohy trvalých travních porostů na území ČR
 - současné využití trvalých travních porostů v ČR
 - vliv trvalých travních porostů na jakost vod
 - kvantifikace různých způsobů využití trvalých travních porostů na jakost vody.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **35 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Meybeck, M., Chapman, D., Helmer, R. Global freshwater quality: A first assessment. Blackwell Pub., 1990, 356 s.

Novotny, V., Chesters, G. Handbook of nonpoint pollution - sources and management. Litton educational publishing, 1981, 555 s.

Novotny, V. Water quality - Diffuse pollution and watershed management. Northeastern University Boston, 2003, John Wiley and Sons, New York, 864 s.

časopisy: Agriculture ecosystems and environment, Science of the total environment, Journal of environmental quality, Agricultural water management, atd.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václav Bystřický**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: **14. března 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2012**



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice
L.S.

prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.
vedoucí katedry



V Českých Budějovicích dne 14. března 2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Vliv trvalých travních porostů na jakost vod jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Dne 13. 4. 2012

.....

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Václavu Bystřickému za odborné vedení mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za podporu během studia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem trvalých travních porostů na jakost vod. V úvodní části je uveden seznam souvisejících pojmů a historický vývoj travních porostů na území České republiky. Následující část popisuje současné využití trvalých travních porostů na našem území. Stěžejní částí práce je vliv trvalých travních porostů na jakost vod a jsou zde uvedeny i příkladové studie zabývající se touto problematikou.

Cílem práce je popsat vliv travních porostů na jakost vod a zdůraznění důležitosti udržet si travní porosty v naší krajině.

Klíčová slova: trvalé travní porosty, pastva, louka, jakost vod

Abstract

This bachelor thesis deals with the influence of permanent grassland on the water quality. A list of related terms and historical development of grassland in the Czech Republic is given in the introductory part. The following part describes the way permanent grassland is used in the Czech Republic at present. The main part of the thesis covers the influence of grassland on the water quality and case studies dealing with this issue are mentioned, too.

The aim of the thesis is to describe the influence of grassland on the water quality and to highlight the importance of maintaining grassland in our landscape.

Key words: permanent grassland, pasture, meadow, water quality

Obsah

1. Úvod	8
2. Základní pojmy	9
3. Vývoj trvalých travních porostů v ČR	13
3.1 Historie pastevního obhospodařování	14
3.2 Vznik luk	15
4. Travní porosty a jejich ekologické funkce	17
4.1 Vodohospodářská funkce	17
4.2 Ochranná funkce	18
4.3 Ochrana půd	19
4.4 Kvalita ovzduší	19
4.5 Estetická funkce	20
5. Využití travních porostů	21
5.1 Sečením	21
5.2 Mulčování	23
5.3 Ponechání ladem	24
5.4 Pastva	24
5.3.1 Vliv pasoucích se zvířat na jakost vody	26
6. Zásady správné zemědělské praxe při pastvě	29
7. Případové studie vlivu pastvy na jakost vod	31
7.1 Studie vlivu pastvin na bakteriální znečištění povrchové vody (v povodí)	33
8. Shrnutí získaných poznatků	36
9. Závěr	37
Seznam literatury	38

1. Úvod

Louky a pastviny, které jsou všude kolem nás, vnímáme často jako samozřejmost a předpokládáme, že vždycky byly hlavní složkou krajiny. Většina našich lučních porostů je pouze polopřirozený – uměle vytvořený a udržovaný člověkem a jeho pasoucími se stády hospodářských zvířat.

Mnoho dnešních travních porostů je vyčleněno jako trvalé pastviny nebo se pravidelně kosí na seno a siláž. Pole a louky kdysi zářily lučními květinami, ale opakovaná orba a používání „vylepšených“ travních směsí – často složených pouze z jednoho nebo dvou druhů trav – potlačily přirozenou pestrou skladbu lučních porostů, a tak je většina luk a polí dnes fádně zelená. Naštěstí však existují výjimky.

Travní porosty jsou zároveň nedílnou a nezastupitelnou součástí ekologické stability krajiny ve smyslu jejich retenční kapacity pro zadržení vody, omezení erozních jevů a poskytnutí rovněž životní prostor mnoha živočišným druhům.

V současnosti se klade důraz i na mimoprodukční funkce travních porostů, kde jednou z nejvýznamnějších funkcí je funkce vodohospodářská. Správně obhospodařované travní porosty mohou sloužit jako biologický filtr, který brání kontaminaci vod škodlivými látkami.

Cílem této bakalářské práce je posouzení vlivu trvalých travních porostů (různé způsoby obhospodařování) na jakost vod a poukázat na důležitost udržení travních porostů v krajině.

2. Základní pojmy

Voda

Voda jako základní přírodní zdroj je předpokladem veškerého organického života na Zemi. Je nepostradatelná především po stránce mechanické a anorganické. Zcela jedinečný je význam vody v jejím koloběhu v přírodě. Ve vědomí našich předků představovala voda denní životní nutnost, ale zároveň byla i předmětem jejich úcty a zbožňování pro svou nezměrnou sílu, kterou člověku sloužila i škodila (*Tlapák a kol., 1992*).

Podzemní voda

Podzemní voda je subkategorií podpovrchové vody a znamená zhruba pro třetinu světové populace zdroj vody, na němž je zcela závislá. V ČR představuje jen cca jednu třetinu potřeby vody pro obyvatele. Vyplňuje nejvíce vrstvy sypkých, případně i celistvých hornin a vytváří souvislou, často velmi rozsáhlou hladinu.

Podpovrchová voda v kapalném skupenství (*ČSN 750101, 2003*).

Povrchová voda

Povrchové vody na pevnině se uplatňují v korytech vodních toků, jezerech a umělých nádržích, v ledovcích a sněhové pokrývce. Největší část světových zásob sladké vody skýtají ledovce (32 mil. km³ – 79 % veškeré vody na souších). Naopak ve stálé sněhové pokrývce mimo plochy velkých pevninských ledovců je vázáno pouze 250 km³ vody. Odhad objemu sladkovodních jezer se pohybuje kolem 130 tis. km³, umělých nádrží asi 5 tis. km³ a vodních toků jen 1250 km³.

Voda na zemském povrchu ve formě různých vodních útvarů (*ČSN 750101, 2003*).

Podpovrchová voda

Voda v zemské kůře ve všech skupenství (*ČSN 750101, 2003*).

Vodní útvar

Trvalá nebo dočasná soustředění vody na zemském povrchu nebo v zemské kůře, charakterizovaná typickými formami výskytu a znaky hydrologického režimu (ČSN 750101, 2003).

Vodní tok

Vodní útvar, pro který je charakteristický trvalý nebo občasný pohyb vody v korytě a který je napájen z vlastního povodí nebo jiného vodního útvaru (v praxi se často používá nesprávný termín vodoteč) (ČSN 750101, 2003).

Vodní zdroj

Vodní útvar povrchové nebo podzemní vody, kterou lze použít pro uspokojení potřeb člověka (ČSN 750101, 2003).

Povodí

Část zemské kůry, odkud odtéká do uvažovaného profilu vodního útvaru. Území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků k určitému místu vodního toku (obvykle soutok s jiným vodním tokem nebo vyústění vodního toku do jiného vodního útvaru) (ČSN 750101, 2003).

Akumulace vody

Přirozené nebo umělé hromadění vody ve vodních útvarech (ČSN 750101, 2003).

Ochrana vod

Soubor opatření a činností sloužících k ochraně vod před všemi druhy znečištění, k omezení a odstranění následků znečištění a k zabránění vyčerpání vodních zdrojů (ČSN 750101, 2003).

Jakost vody

Jakost vody je charakteristika složení a vlastností vody pro určení její vhodnosti k určitému účelu; v obecném smyslu charakteristika vody zjišťovaná hodnocením souboru ukazatelů pro účely klasifikace a srovnání vod (ČSN 750101, 2003).

Ukazatel jakosti vody

Je veličina charakterizující složení nebo vlastnosti vody (ČSN 750101, 2003).

Znečištění vody

Znečištění vody je změna jakosti vody zhoršující její vhodnost pro využití k určitému účelu. Vyjadřuje jak proces znečištění, tak i vzniklý stav jakosti vody (ČSN 750101, 2003).

Trvalé travní porosty

Musí být pravidelně sklíženy nebo spásány. Zatížení pastvin zvířaty a organizace pastvy nesmí způsobovat devastaci drnu. Drn travních porostů musí být ošetřován (Šantrůček, 2001).

Původní travní porosty

Jsou trvalá společenstva, která se vyvinula na stanovištích, jejichž podmínky vylučují existenci lesa. Jsou to stanoviště nad hranicí lesa s dlouhou sněhovou pokrývkou, s velmi drsnými klimatickými podmínkami. Dále jsou to lokality na příkrých svazích, na rašelinách, v povodí toků s pravidelnými záplavami. Jejich existence však není podmíněna využíváním a činností člověka. Jsou botanickou zvláštností a jejich zemědělský význam je omezený (Šantrůček, 2001)

Přírodní travní porosty

Jsou trvalá společenstva vzniklá samozatravněním po určitém zásahu člověka do lesního společenstva, které se udržují pravidelným využíváním, znemožňujícím samovolnému zalesňování. Podle intenzity obhospodařování, tj. hnojení, ošetřování, využívání, mohou být nekulturní, polokulturní nebo kulturní (Šantrůček, 2001).

Pastvina

Pozemek s převážně nízkým vegetačním krytem, sloužícím především jako zdroj pastvy různým druhům býložravců, hlavně pro pastvu zemědělských zvířat (Mrkvička, 1998).

Pastva

Pastva je racionálním a ekonomicky výhodným využitím travních porostů. Pastva je biologický pojem, kterým označujeme příjem potravy býložravců přímou konzumací biomasy pocházející z živých těl vyšších rostlin.

U volně žijících zvířat se jedná o spontánně prováděnou fyziologickou aktivitu, která je dána především přirozenými instinkty a fyziologickými potřebami zvířete (*Mrkvička, 1998*).

Kontinuální pastva

Nepřetržité pasení zvířat během roku nebo pastevní sezóny na jedné pastvině (oplůtku). Tento systém je uplatňován na rozsáhlých plochách přirozených travních porostů při nízkém zatížení pastviny nebo na menších, intenzivně obhospodařovaných pastvinách s vysokým zatížením zvířaty [3].

Rotační pastva

Je spásání dvou a více ploch (oplůtků), kde se střídá doba pasení s dobou obrůstání porostu. Doba spásání pastviny je závislá na době obrůstání porostu, na podmínkách prostředí a na počtu zvířat, který může být stálý nebo variabilní. Maximální příjem píce a produkci lze dosáhnout u skotu při výšce porostu 100 mm, při pastvě ovcí do 60 mm [3].

3. Vývoj trvalých travních porostů v ČR

Travní porosty vždy hrály v zemědělství i ve společnosti do určité míry specifickou roli. Kromě významné role v živočišné produkci mají též neopomenutelný význam pro člověka jako takového (Moudrý a kol., 2007). Luční a pastevní porosty mají vedle zemědělského poslání velmi důležitou mimoprodukční funkci v tvorbě a ochraně krajiny. Je to ochrana půdy v inundačních územích vodních toků, ochrana před erozními jevy a ochrana podzemní vody před kontaminací chemickými látkami a průmyslovými hnojivy. Mají příznivý vliv na kondenzaci par a na vzdušnou vlhkost a navíc louky a pastviny působí esteticky v krajinném prostředí.

Travní porosty historicky představovaly významný zdroj píce, avšak v průběhu rozvoje zemědělské výroby se jejich plochy až do konce osmdesátých let minulého století snižovaly ve prospěch orné půdy (Gaisler a kol., 2006).

Ještě v polovině 19. století byly přirozené pastevní plochy u nás zastoupeny ve velkém. Zaváděním střídavého hospodářství, zařazením jetelovin a cukrovky do osevních postupů a rozšiřování obilnin ustoupily pastevní plochy orné půdě (Hájek a kol., 2006). Ve druhé polovině 19. století byla úrodnost a produkce trvalých travních porostů značně vylepšena vápněním, umělým odvodněním mokřadních míst (viz. Obrázek č. 1), odpovídajícím množstvím skotu a zvětšením četností sečí (Isselstein a kol., 2005).



Obr. č. 1 Meliorace šumavských pastvin v roce 1955 (Hájek a kol., 2006)

Ve 20. století stoupal význam chovu skotu, zvýšená pozornost se věnovala pastevním plochám, zejména v podhorských oblastech (*Hájek a kol., 2006*).

Tabulka č. 2: Vývoj ploch TTP v České republice v tis. ha (*Mrkvička, 1998*)

Kultura	Rok							
	1950	1980	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Louky	710	500	509	540	546	590	618	658
Pastviny	316	221	224	229	229	247	270	292
TTP celkem	1026	721	733	769	775	837	888	950
%	100,0	70,3	71,4	75,0	75,5	81,6	86,5	92,6

Uvedený stav byl v minulosti podporován direktivním plánováním, dotacemi bez ohledu na zaměření a cíle výroby (viz. Tabulka č. 2).

Hlavní příčinou tohoto stavu bylo dřívější zornění vysoce produktivních luk na úrodných stanovištích na mechanizačně dobře zpracovatelných půdách, čímž se kvalitativně zhoršila skladba jejich zbývajícího půdního fondu. Dále to bylo nevhodné plošné rozmístění skotu bez jeho preference do bramborářských a podhorských oblastí, kde je soustředěno 80% ploch celkové výměry luk a pastvin (*Mrkvička, 1998*).

3.1 Historie pastevního obhospodařování

Pastva hospodářských zvířat sehrála roli ve formování naší krajiny od počátku zemědělství (neolit, 5300-4300 př. n. l.) až do současnosti. Podle nejnovějších studií byla pastva velkých divokých zvířat, před zavedením pravidelných zemědělských aktivit, zodpovědná za udržení lesních světlin a drobných bezlesých ploch. Chov hospodářských zvířat byl založen výhradně na pastvě až do starší doby železné. Z hospodářských zvířat skot pravděpodobně naprosto převládal (*Gaisler a kol., 2006*).

Někdy se zapomíná na to, že i u nás se pastva dobytka po tisíciletí výrazně podílela na přeměně krajiny v člověkem kultivovanou krajinu kulturní. Byly doby, kdy území naší republiky bylo možné označit jako pastevní krajinu. Právěci zemědělci využívali především sprašové nížiny a pahorkatiny s listnatými lesy, které byly pro pastvu dobytka nejvhodnější. Při středověké kolonizaci v 11. století byl postupně osídlen i zbytek našeho území a pastva se dostala i do horských krajin. Ještě v 19. století měla pastva rozhodující úlohu při chovu dobytka. Dobytek se pásal po větší část roku, nejen na pastvinách, úhorech a na sklizených polích, ale i v lesích, kde spásal nejen traviny, ale i letorosty dřevin. Vzrůstající potřeba dřeva vyvolala již v 16. století snahu po ochraně lesů před škodlivými vlivy pastvy a od 18. století zakazují pastvu v lesích i císařské patenty. Zprůmyslnění zemědělské výroby ve 20. století se na našem území projevilo převahou celoročního stájového chovu hospodářských zvířat a výrazným omezením pastvy (Buček, 2000).

3.2 Vznik luk

První kosy se u nás objevují teprve zhruba kolem roku 500 př. n. l., nebyly to však kosy dnešního vzhledu, ale nástroje krátké, s nimiž se musela biomasa sklízet výše nad zemí a nechávat poměrně vysoké strniště. Teprve v této době mohla začít výroba sena a vzniknout louky, i přes to se však zkrmování letiny (usušených větví a listí stromů) udrželo souběžně ještě hodně dlouhou dobu (Gaisler a kol., 2006). Po sklizni sena se na loukách obvykle spásala otava (Buček, 2000).



Obr. č. 2 Ruční sečení kosou na podmáčené louce v roce 1958 (Hájek a kol., 2006)

Vývoj výměry trvalých travních porostů v ČR v období 1990 až 2009 se zvýšila téměř o 100 tis. ha. Stavy přežvýkavců a koní lze v roce 2009 odhadnout na 1005 tis. dobytčích jednotek (DJ), což je o 1472 tis. DJ méně než činily stavy v roce 1990. přes výrazný nárůst stavů krav bez tržní produkce mléka (BTPM) na 163 tis. v roce 2009 se současně s omezováním pastvy dojených krav a mladého skotu zřetelně snížilo využívání trvalých travních porostů (TTP) pastvou přežvýkavců (viz. Tabulka č.1) (Kvapilík, Kohoutek, 2009).

Tabulka č. 1: Vývoj výměry TTP a počet stavů přežvýkavců a koní v ČR (Kvapilík, Kohoutek, 2009)

Rok	TTP ha tis.	Skot (tis.)	Krávy		Ovce (tis.)	Kozy (tis.)	Koně (tis.)	DJ ¹⁾
			dojené	BTPM				
1990	833	3506	1248	20	430	41	25	100
1995	902	2030	768	37	165	45	18	57
2000	961	1574	548	67	84	32	21	45
2005	974	1397	438	141	140	13	21	41
2006	976	1374	423	140	148	14	23	40
2007	932	1391	410	155	169	16	24	41
2008	933	1402	406	163	184	17	27	42
2009	925	1363	400	163	183	17	28	41

1) dobytčí jednotky (kráva a kůň = 1 DJ, ovce a koza = 0,15 DJ, ostatní skot nad 6 měsíců věku = 0,65 DJ)

4. Travní porosty a jejich ekologické funkce

Travní porosty mají vedle zemědělského významu i velmi důležité a nenahraditelné mimoprodukční funkce. Tyto funkce travních porostů představují významný stabilizační prvek pro krajinu. Jejich význam vzrůstá s nutným řešením negativního dopadu civilizace na životní prostředí. Zde mimoprodukční funkce travních porostů budou nabývat na významu před hodnotou jejich produkce (*Mrkvička, 1998*).

4.1 Vodohospodářská funkce

Vodohospodářská funkce travního porostu je považována za jednu z nejdůležitějších, zejména v tzv. ochranných pásmech vodních zdrojů (OPVZ), které v krajině významně přispívají k tvorbě vodních zdrojů pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou (*Jůva a kol., 1975, cit. in Kvítek a kol., 2007*).

Dobře zapojený a ošetřovaný travní porost má velkou schopnost využívat látky rozpuštěné v půdním roztoku. Působí tak (hlavně v období vegetace) jako přirozený filtr srážkových vod obsahujících poměrně velké množství různých látek. V porovnání s jinými zemědělskými kulturami travní porosty podstatně snižují nebezpečí promývání živin a škodlivých látek do hlubších vrstev půdního profilu, popř. vyplavování těchto látek do podzemních vod. V neposlední řadě také svými retenčními schopnostmi omezují povrchový odtok (smyv) škodlivých látek do povrchových vodních zdrojů a zamezují tak jejich eutrofizaci (*Fiala, 2001*).

Tuto funkci je nutné podporovat správným hospodařením na TTP pomocí extenzivního až polointenzivního využití luk a pastvin, které by mělo udržet dostatečně hustý, druhově bohatý TTP s nižším výnosem biomasy. Na těchto porostech je vodohospodářská funkce podporována nízkým zhutněním půdy a absolutně nižší spotřebou vody evapotranspirací ve srovnání s intenzivně obhospodařovanými trvalými travními porosty (*Kvítek a kol., 2007*).

4.2 Ochranná funkce

Ochranná funkce vzhledem k hydrosféře je umožněna schopností vytvářet dokonalý „biologický filtr“ (viz. Obrázek č. 3), který omezuje znečištění podzemních vod různými chemickými látkami, hnojivy, především nitráty a chrání je i před mechanickým znečištěním smyvem minerálních a organických složek půdy (Mrkvička, 1998). Tato ekologická funkce je podmíněna vysokou kapacitou organominerálního sorpčního komplexu, vysokou biologickou aktivitou, kontinuálním vegetačním pokryvem a neobyčejnou hustotou nadzemní, ale především podzemní fytohmoty trav a ostatních bylin (Kvítek a kol., 2007).

Využívané travní porosty představují z hlediska ochrany životního prostředí, zejména hydrosféry, jednu z nejlepších a nejlevnějších možností (Mrkvička, 1998). Proto je nutné ponechat travní porosty především ve vodohospodářských oblastech a v okolí zdrojů pitné a užitkové vody, kde je vidět jejich bezprostřední ochranná funkce (Kvítek a kol., 2007).



Obr. č. 3 Travní porost v okolí vodního toku slouží jako „biologický filtr“

4.3 Ochrana půd

Travní porosty při dobrém zapojení omezují téměř plně odnos půdních částic a omezují smývání látek (například hnojiv) do vodních toků. Uplatňuje se přitom zejména schopnost rostlinného pokryvu snížit kinetickou energii dešťových kapek dopadajících na zemský povrch. V porovnání s okopaninami nebo kukuřicí je u travních porostů tato schopnost dvojnásobná. Děje se tak už při hmotnosti sušiny nadzemní hmoty 0,2 t.ha⁻¹. Dále mají trvalé travní porosty schopnost chránit půdu svou hustě rozvinutou kořenovou soustavou, která se uplatní zejména po odstranění nadzemní hmoty při sečích.

V současné době přibyla travním porostům další, spíše strategická funkce, a to funkce „konzervační“ při ochraně a zachování úrodnosti orné půdy. Zde se uplatňuje zejména schopnost travních porostů udržovat dobré chemické a fyzikální vlastnosti půdy, zejména její strukturu a obsah humusových látek. Při dobrém ošetřování také zabraňují rozšiřování plevelných rostlin. Při opětovném převedení travního porostu na ornou půdu je zapotřebí méně energie a finančních prostředků než u zaplevelené půdy (včetně náletových porostů) (*Fiala, 2001*).

Travní porosty vynikají nad ostatními zemědělskými kulturami v ochraně půd před vodní a větrnou erozí. Protierozní funkce travních porostů je zajištěna celoročním pokryvem půdy, který zpomaluje odtok srážkové vody a zvyšuje její vsakování. Na svahových zapojených travních porostech je menší půdní eroze při sečném využití než při pastvě. Travní porosty zajišťují ochranu půdy v inundačních (záplavových) oblastech vodních toků a částečně tak omezují jejich zanášení a eutrofizaci (*Mrkvička, 1998*).

4.4 Kvalita ovzduší

Výměna plynů nad travními porosty pozitivně ovlivňuje kvalitu ovzduší. V průběhu fotosyntetického procesu odebírá porost z ovzduší oxid uhličitý, který fixuje v produkované biomase za současné tvorby kyslíku. Omezuje tím nepříznivé působení „skleníkového efektu“ a proces globálního oteplování (*Mrkvička, 1998*).

4.5 Estetická funkce

Dle Fialy (2001) pomáhá příroda formovat cítění a určuje vztah člověka k ní. Obhospodařované travní porosty pomáhají vytvořit pestrou obytnou kulturní krajinu, druhově bohatou a s možností růstu a vývoje pro všechny živé organismy. Umožňují turistické zážitky a podporují aktivity agroturistiky a jezdeckví. Jejich význam stoupá s atraktivností prostředí a průchodností regionu.

Různorodost rostlin v travním ekosystému dotváří estetickou funkci společenstva. Různé barvy a tvary květů, odlišnosti v době a délce květu jednotlivých druhů (viz. Obrázek č. 4), to vše přispívá k estetické funkci travních porostů [1].

Estetická funkce travních porostů se uplatňuje v širokém měřítku. V horských a podhorských oblastech zajišťují v makroreliéfu estetický vzhled krajiny porosty holin, v nížinných oblastech pak přirozené louky v nivách vodních toků. Omezeně plní estetickou funkci různé trávníky (*Mrkvička, 1998*).



Obr. č. 4 Druhově bohaté louky

5. Využití travních porostů

Podstatou obhospodařování je vyhovět určitému stanovišti a přizpůsobit mu intenzitu a způsob využití travního porostu (*Fiala, 2002*).

Pod pojmem využívání travních porostů se rozumí – kdy (v jaké fenofázi), jakým způsobem (sečením, spásáním, mulčováním, kombinovaně, ponechání ladem) a jak často – je příslušný porost sklizen. Sklizeň travních porostů je většinou kompromisem mezi vysokou produkcí a snižující se kvalitou píce (*Šarapatka a kol., 2006*).

Způsob využívání travních porostů současně ovlivňuje druhové složení a výnosnost. Význam správného využívání se dříve spojoval s obvykle vyšší intenzitou hnojení a s požadavky na kvalitu píce. Různé způsoby využívání travních porostů vždy poškozují některé druhy více, jiné méně [2].

5.1 Sečení

Sečení patří mezi tradiční způsoby využívání travních porostů. Jedná se o oddělení části nadzemní rostlinné biomasy od strniště v určité výšce (nejčastěji mezi 3 a 10 cm nad povrchem země).

Termíny a frekvence sečení jsou závislé na typu porostu, ekologických podmínkách stanoviště a na způsobu využití sklizené píce. Sečení se provádí 1 – 3x ročně s následnou výrobou senáží a sena. První seč je většinou prováděna koncem května a v červnu, další seč většinou následuje po 6 až 8 týdnech. Ve vyšších nadmořských výškách bývá počet sklizní redukován na jedno sečení v červenci (*Gaisler a kol., 2006*).

Sečení v sečné zralosti podporuje rozvoj a zvětšuje podíl vzrůstnějších druhů. Nižší druhy jsou v důsledku déle trvajících zastínění potlačovány a hustota porostu se zmenšuje. Sečné travní porosty jsou náchylnější k nežádoucímu kypření, které je nutno odstranit válením (*Velich, 1991*).

Všeobecně by měly být travní porosty sklizeny ještě před metáním nebo v začátku metání dominantních druhů trav. Důvodem je vyšší kvalita, včetně

stravitelnosti, zapojenější porost pouze s malým výskytem plevelů a rovnoměrnější rozložení sklizní (Fiala, 2002).

Ponechání posečené celé biomasy na pokose negativně ovlivňuje jakost podzemní vody. Vícesečné porosty a porosty s bohatším botanickým složením a postupnou dobou dozrávání by měly propouštět méně dusičnanů do podzemní vody než jednosečné a druhově chudé porosty (viz. Tabulka č. 3). U nově založených porostů je doporučováno pravidelné kosení (2-3 za rok) z hlediska podpory druhového bohatství a lepšího prokořenění (Kvítek a kol., 2004).

Tabulka č. 3: Jakost lyzimetrických vod (Kvítek a kol., 2007).

Setý druh	Ošetření	Koncentrace NO₃ – N (mg.l⁻¹)	% případů překročení limitu	Maximální koncentrace NO₃ – N (mg.l⁻¹)
Trávy	3 krát seč	3,82	19,4	60,79
	2 krát mulč	5,16	5,7	26,21
	1 krát mulč	4,09	9,7	16,50
	1 krát seč	2,99	9,4	16,05
Jeteloviny	3 krát seč	8,46	8,8	56,32
	2 krát mulč	18,11	31,7	61,92
	1 krát mulč	14,65	44,1	55,14
	1 krát seč	6,32	9,3	28,80

5.2 Mulčování

Mulčování představuje alternativní způsob obhospodařování travních porostů, při kterém je strojově většina nadzemní biomasy oddělena od strniště, rozdrčena a rozhozena pokud možno rovnoměrně zpět na strniště. Mulčování je využíváno jako nejlevnější způsob údržby travních porostů, které nejsou hospodářsky využívány pastvou nebo sečením, dále pro potlačení zarůstání travního porostu náletem dřevin nebo na omezení dominantních druhů rostlin. Termíny mulčování většinou korespondují s termíny sečení na loukách (*Gaisler a kol., 2006*).

Mulčování nebo nesečení často vede k vyššímu vyplavování dusičnanů než prosté sečení. Mulčování v podmínkách rychlé mineralizace může představovat riziko znečištění podzemní vody. Mulčování je doporučeno pouze v podmínkách, kde je nutné dodávat živiny v podmínkách oligotrofních až mezotrofních stanovišť, zvláště pokud se dobře rozkládá mulčovaná hmota. Nevhodným zásahem je mulčování na konci vegetace, kdy se tento zásah ve vlivu na botanické složení přibližuje nesečení. Mulčování vyřešilo otázku, jak zužítkovat nepotřebnou píci, ale není ještě zcela do důsledků znám jeho vliv na botanické složení, jakost vod atd (*Kvítek a kol., 2004*).



Obr. č. 5 Mulčování louky

5.3 Ponechání ladem

Jestliže kulturní porosty přestanou být hospodářskými zásahy ovlivňovány, začne se vegetace přeměňovat směrem k původnímu složení. Tento vývoj je výrazem nerovnováhy mezi vlastnostmi vegetace a prostředím. Takový vývoj vegetace je nazýván ekologickou sukcesí (*Slavíková, 1986*).

Při ponechání polopřirozených travních porostů ladem v podobě „lučního úhoru“ spěje sukcese na těchto plochách k lesu. Druhová pestrost klesá, převládnu dominantní druhy, louka dostává rumištní charakter.

Ponecháním orné půdy ladem dochází k samozatravnění a tam má potom sukcese tato stadia: stadium jednoletých až dvouletých plevelů, stadium pýru, stadium volně trsnatých trav, stadium hustě trsnatých trav spolu s náletem dřevin, degradační stadium (*Fiala, 2002*).

5.4 Pastva

V ČR jsou pro pastvu vhodné podhorské a horské oblasti pro dostatečné dešťové srážky a jejich příznivé rozdělení ve vegetační sezóně. Za spodní hranici pro úspěšné pastvinářství se pokládá cca 600 mm dešťových srážek za rok a 300 mm za pastevní období. Pastevní porost koření poměrně mělko a vyžaduje proto rozdělení dešťových srážek během vegetace v krátkých intervalech. Delší období sucha mají vliv na podstatné snížení produkce biomasy. Porosty nedostatečně zásobené živinami jsou citlivější na přísušky než porosty hnojené (*Kvítek a kol., 1995*).

Pastva má některé limitující faktory. Je to v první řadě svažítost. Skot by se neměl pást na svazích se sklonem 15 – 16°, ovce a kozy nad 21 – 22°. Pastva na svazích má nepříznivý vliv na erozi. Pokud se pase na svazích, měla by se pást menší stáda (viz. Obrázek č. 6), aby nedocházelo k neúměrnému zatížení drnu na místech soustředování zvířat jako např. u napajedel (*Rais, 1995*).



Obr. č. 6 Pastva skotského náhorního skotu na Šumavě.

Pastva by se zásadně neměla provádět na zamokřených místech, to je na pramenných vývěrech, místech, kde vystupuje podzemní voda na povrch, podél vodotečí a vodních nádrží apod. Důvodů pro toto omezení je celá řada. Předně je snaha zamezit smyv tuhých a tekutých exkrementů zvířat, dále je to snaha omezit maximálně mechanické rozrušení drnu a tím omezit erozi a zabránit rozšiřování plevelných druhů a stromového a keřového náletu. Dalším významným aspektem je omezení zdrojů parazitárních nákaz (*Šantrůček, 1995*).

Pokud se dodrží zásady správné organizace a techniky pastvy, nemá pastva nepříznivý vliv na kvalitu povrchových a podzemních vod a lze ji využívat jako systém obhospodařování travních porostů. Dlouhodobé pozorování kvality povrchových vod v povodí Stříbrného potoka u Mariánských Lázní ukazuje, že se udrží například obsah nitrátů v přijatelné úrovni. V letních měsících kolem 20 mg NO₃. V uvedeném povodí tvoří pastviny více než 50%. Půdní podmínky nejsou pro pastvu limitující, a pastvu můžeme využít i na půdách silně kamenitých a s výskytem balvanů, které jinak nelze využít (*Šefrna, 1995*).

Dle Jelínkova (2001) názoru mezi nejvýznamnější zdroje znečištění povrchových a podzemních vod patří tuhé a tekuté odpady (chlévský hnůj, kejda, močůvka, hnojůvka, silážní šťávy, odpadní vody, uhynulá zvířata, obaly po ochranných

chemických látkách a léčivech) z chovů hospodářských zvířat. Hlavní příčinou jsou nevyhovující skladovací prostory pro tento druh odpadů, a to jak z hlediska kapacitního, tak i technického.

Hejduk a Gaisler (2004) zjistili, že ve srovnání s jinými zemědělskými kulturami mají zapojené travní porosty dobrou schopnost zamezit promývání škodlivých látek (např. dusičnanů) do podzemních vod. Výrazně také snižují smyv živin do povrchových vodních zdrojů a omezují tak jejich eutrofizaci (tj. nadměrné zásobení živinami, které umožňuje nežádoucí nárůst řas a sinic a tím znehodnocuje kvalitu vody). Travní porost zachycuje povrchově odtékající vody z výše položené orné půdy po přívalových deštích, snižuje rychlost proudění, podporuje sedimentaci splavenin a zvyšuje podíl zasáknuté vody do půdy (viz. Tabulka č. 4).

Tabulka č. 4: Srovnání povrchového odtoku: travní porost a kultury zemědělských plodin na orné půdě, Výzkumná pícninářská stanice Vatin, Českomoravská vrchovina

Plodina	Odtok (m³ /ha)	Smyv zeminy (t suché hmoty / ha)
Travní porost	3,4	0
Kukuřice	132,0	3,24
Brambory	102,0	4,05
Ozimá pšenice	23,5	0,30

5.3.1 Vliv pasoucích se zvířat na jakost vody

Při pastevním využití porostů může být z hlediska jakosti vody rizikovým zejména vysoký podíl jetelovin (jetel plazivý), poutající vzdušný dusík (až 100 kg.ha⁻¹), dále exkrementy zvířat nerovnoměrně rozmístěny na ploše, vznik prázdných míst bez porostu v místech častého intenzivního pohybu zvířat. Intenzita pastvy musí odpovídat výnosnosti porostu. Při uplatňování zásad správné organizace a techniky pastvy nemá pastva nepříznivý vliv na jakost povrchových a podzemních

vod a lze ji využít jako systém obhospodařování travních porostů i v ochranných pásmech zdrojů vody (Kvítek a kol., 2007).

Dle Váchala a kol. (2008) se zvýšením pohybu pasoucích se zvířat na pastvě díky krmištím, ložištím či napájecím místům vyplývají další problematiky, které lze považovat za největší zátěž pro jakost vody v povrchových vodotečích. Lze mezi ně řadit zejména umístění napájecích zařízení přímo v tělesech vodních toků nebo drenážních systémů a dále poškození drenážního systému nadměrným zatížením, které je způsobeno neustálým pohybem stád. Toto poškození vede k tomu, že drenážní odtok je převeden z velké části na povrchový, kde způsobuje nemalé škody a zapříčiňuje odnos látek do povrchových vod.

Tabulka č. 5: Souhrn doporučení pro používání hnojiv a statkových hnojiv na svažitých pozemcích a v okolí útvarů povrchových vod

Pozemek	Sklonitost	Ochranný pás	Opatření
V blízkosti povrchových vod		nejméně 1 m	uchovat původní porost
V blízkosti povrchových vod	nad 7°	nejméně 25 m	nehnojit tekutými statkovými hnojivy
S ornou půdou bez porostu	nad 3°		neprodleně zapravit dusíkaté hnojivé látky do půdy
S ornou půdou bez porostu	nad 12°		bez aplikace dusíkatých hnojivých látek (s výjimkou hnoje a kompostu)
Trvalé travní porosty	nad 7°		omezení jednorázové dávky na 80 kg celkového N.ha ⁻¹
Pastvina	nad 17°		bez pastvy skotu celoročně

Při pastvě zvířat nebo jejich pohybu mimo ustájovací prostory se omezí dlouhodobé shromažďování zvířat na jednom místě, např. systémem oplůtků či ohradníků, častými změnami místa krmiště a napájení, apod. Při napájení zvířat z vodních toků se upraví přístup, např. vydlážděním kameny (Soukup, 2008).

Výkaly jsou rozmístěny po ploše pastviny nerovnoměrně, ale nejvyšší koncentrace se nachází v blízkosti nočních ležišť, napajedel a příkrmíšť (viz. Obrázek č. 7). Příkrmíště je místem, kde dochází nejčastěji k devastaci půdy a následně ke kontaminaci povrchových či podzemních vod (Šarapatka a kol., 2006).



Obr. č. 7 Příkrmíště s devastovanou půdou (Šarapatka a kol., 2006).

Hejduk a Gaisler (2004) zjistili, že s vodním režimem stanoviště souvisí i kvalita a množství vody, které obohatí zásoby podzemních vod (viz. Obrázek č. 8). Při porovnání koncentrací živin v průsakových vodách pod sečenými, pasenými a neobhospodařovanými porosty nebyly zjištěny podstatné rozdíly (viz. Tabulka č. 6). Při celosezónním pastevním zatížení 1DJ na 1 ha byly koncentrace dusičnanů nebo fosforečnanů srovnatelné s koncentracemi zjištěnými na sečeném či neobhospodařovaném porostu a v naprosté většině případů nedosahovaly kritické hodnoty pro pitnou vodu, tj. $50 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$. Naproti tomu na černém úhoru, kde byla půda udržována bez rostlinného krytu, byly často naměřeny hodnoty několikanásobně převyšující tento limit, zejména v předjarním a jarním období.

Tabulka č. 6: Průměrné roční koncentrace vybraných iontů v průsakových vodách (mg.l⁻¹)

	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
Neobhospodařovaný porost	9,86	0,43	0,92	0,16	3,81	0,12
Extenzivní pastva	15,03	0,81	0,83	0,13	4,75	0,29
Intenzivní pastva	18,64	1,82	1,17	0,23	7,30	0,71
2x sečený	6,76	0,81	1,46	0,50	3,80	0,71
Černý úhor	15,08	1,42	2,85	0,44	28,91	0,76



Obr. č. 8 Půdní profil s lyzimetrickou plochou pro zjišťování koncentrace živin v podzemních průsakových vodách.

6. Zásady správné zemědělské praxe při pastvě

Dle Kvitka (2001) musí všechny zásady správné zemědělské praxe (nejen níže uvedené) projít velmi podrobnou diskusí se zemědělci. Zde předkládané zásady jsou tak prvním, ne však konečným zněním dílčího okruhu problémů směřujících k ochraně vody při pastvě. Jakost vody v oblastech s převážně pastevním způsobem hospodaření nemá parametry zranitelných vod. V některých, snad výjimečných případech může dojít k situaci, kdy kombinace extrémních stanovištních podmínek a nevhodně prováděného systému pastvy ve značné části povodí povede k tomu, že

tato území budou jako zranitelná klasifikována. Přesto je vhodné se zamyslet nad tím, jakým způsobem může pastva přispět ke kontaminaci vody nitráty.

Zásady správné zemědělské praxe při pastvě:

1. Je nutné dodržovat správné zatížení pastvin velikostí stáda, aby nedocházelo k nevratnému poškození drnu.

2. Pastevně nesmí být využívány: místa podél vodních toků, zamokřené pozemky, půdu se zvýšenou vlhkostí půdního profilu, plochy se zrašeliněnou půdou, lokality svažité nad 17 °.

3. V místech soustředování pasených zvířat je nutné přijímat taková opatření, aby tam nedocházelo k erozi, vyšlapávání drnu a kontaminaci vod.

4. Pastva v zimním období, a především v období se sněhovou pokrývkou, musí být podstatně lépe zabezpečena z hlediska rozšlapání a likvidace drnu. Pastva v zimním období musí respektovat určitá omezení z hlediska kontaminace především povrchových vod. Současně při jarních deštích způsobujících rychlé tání sněhu existuje značná pravděpodobnost kontaminace povrchových vod. Proto by organizace pastvy měla být v zimním období se zřetelem na ochranu vod více propracována.

5. Na propustné půdě může vést nevhodná údržba trvalých travních porostů k přímé kontaminaci podzemních vod nitráty uvolňujícími se při mineralizaci. Velké plošné rozšíření plevelů vede k rozhodnutí provést obnovu porostu; při ní pak dochází k maximální možné kontaminaci vody nitráty z rozkladu půdní organické biomasy.

6. Obnova trvalých travních porostů s následným polním obdobím je nevhodná v infiltračních zónách vzhledem k nebezpečí vyplavování především nitrátů z půdy a znečištění vod. Pokud již bude prováděna obnova porostů, pak by to měla být vždy rychloobnova, která snižuje množství uvolňovaných živin do podzemních vod. Nebezpečí uvolňování nitrátů i dalších živin stoupá se zvyšující se propustností půdy pro vodu obecně. Nejvýraznější je na půdě písčité až hlinitopísčité, kamenité a na půdě středně propustné s hloubkami půdního profilu do 0,3 m.

7. Nadzemní biomasa trvalých travních porostů v nivních polohách musí být sečena a odstraňována minimálně jednou ročně. Součástí pastvy je i údržba travních porostů. Nivní polohy jsou pro pastvu často nepříznivé z hlediska

vysoké hladiny podzemní vody. Bez odstraňování nadzemní biomasy travních porostů dochází na těchto lokalitách k hromadění organické hmoty a živin, změnám druhového složení rostlin, zarůstání ploch a uvolňování živin do podzemních vod.

Těchto sedm bodů jsou zásady, které podle našich současných výzkumných znalostí mohou chránit a zlepšovat jakost povrchových a podzemních vod při pastvě. Je třeba začít o zásadách ochrany vod diskutovat a upravovat je tak, aby vyhovovaly oběma zainteresovaným stranám, tj. vodohospodářům i zemědělcům (Kvítek, 2001).

7. Případové studie vlivu pastvy na jakost vod

Pohoří Sierra Nevada slouží jako důležitý zdroj pitné vody pro stát Kalifornie. Nicméně, v létě pasoucí se dobytek má vliv na celkovou kvalitu vody. Zásadní podíl na tom mají statková hnojiva, která jsou splavována do jezer a vodních toků nebo přímo ukládána do těchto vodních ploch. Toto organické znečištění sebou přináší škodlivé mikroorganismy a také živiny, jako jsou dusík a fosfor, které zvyšují růst řas způsobující eutrofizaci jinak přirozeně oligotrofních horských jezer a potoků. Ve srovnání s pastvami v nižších polohách, má pastva ve vysoké nadmořské výšce největší dopad na povodí. Derlet a kol. (2001) navrhuji omezit letní pastvy dobytka na půdách vyšších poloh, s konečným cílem umožnit letní pastvy na půdách pouze pod 1500 m nad mořem ve střední a severní oblasti pohoří Sierra Nevada a 2000 m nad mořem v jižní oblasti pohoří Sierra Nevada.

Dusík z moči a výkalů pasoucích se zvířat může negativně ovlivnit jakost vody, když produkovaný dusík z pasoucích se zvířat na pozemku přesahuje obsah N v porostu. Campbell a kol. (1977) zjistil, že oproti standardní hustotě pastvy hovězího dobytka, dvojnásobná hustota pastvy (dobytek dostává siláž v případě potřeby – nedostatek píce) způsobuje 2krát větší tempo růstu koncentrace NO_3 v mělkých podzemních vrtech v hloubce 1.2 m. Problém s jakostí vody může také nastat, když součet N z anorganických hnojiv používaných k výrobě kvalitních krmiv a N z pastvy zvířat překračuje N zachytávaný píci.

Chichester a kol. (1979) ukázal, že koncentrace P v odtoku nebyla v Ohio zvýšena při letních pastvách, ale tam, kde zvířata byla pásána po celý rok, došlo v zimě k poškození povrchu půdy (dupání kopyty vede k poškození vegetace a způsobuje zhutnění půdy) a způsobil i zvýšený odtok povrchové vody a živin.

Přestože jednotlivé pastviny s pasoucími se zvířaty nemusí vypadat, že jsou příčinou problémů s jakostí vody, pokud není zřejmé, že zvířata jsou na oplocené pastvě mimo vodní zdroje a pobřežní zóny, skutečný dopad systému živočišné výroby (včetně pastvy), je určen měřením na větší ploše nebo v povodí. Celkový dopad pastvy zvířat je součtem celkového počtu zvířat, rozloženého po povodí. Problémy s jakostí vody spojené s pasoucími se zvířaty mají tendenci být nejzávažnější, pokud celkový počet zvířat v krajině nebo povodí významně přesahuje nosnost půdy, jsou použity špatné postupy řízení pastvy (*Hubbard a kol., 1987*).

Systémy produkce píce a pastvy zvířat mohou pozitivně i negativně ovlivnit jakost vody. Ve srovnání s ornou půdou, pícniny chrání povrch půdy před erozí, a je-li na povrchu hnojivo nebo živočišný odpad, snižuje píce jejich vstup do povrchových a podzemních vod (*Smeins, 1975*). Kontaminace vody může vniknout ze sedimentů, N, P, patogenů a organických látek z pastvy. Pasoucí se zvířata negativně ovlivňují jakost vody, pokud počet zvířat přesáhne únosnou kapacitu půdy (u pastvin). Produkce píce může mít negativní vliv na jakost vody, když je větší množství hnojiva či živočišného odpadu než je potřeba k produkci píce, nebo když je špatná kvalita píce, tím může docházet k erozi. Systémy pastvy zvířat by měly být spravovány tak, aby zahrnovaly přiměřenou plochu pozemku pro zvířata. Pozemek musí být oplocen, aby se zamezilo nechtěné kontaminaci vody pasoucími se zvířaty (*Schepers a Francis, 1982*).

Dle Pluhaře a kol. (1987) má vysoká hustota zvířat v Texasu za následek velké množství moči a výkalů, které se ukládají v relativně malé oblasti a zvyšuje pravděpodobnost pohybu živin a patogenů v povrchovém odtoku nebo prosakují do podzemní vody. Moč a výkaly od pasoucí se zvířat jsou ukládány v různých časových intervalech a v různých oblastech pastvin. Pasoucí se zvířata také mají tendenci shromažďovat se ve stinných oblastech nebo v okolí vodních zdrojů, tím způsobují, větší škody v oblasti pastvy, např. dupáním a koncentrací moči a výkalů na jednom místě.

Jakost vody je významný problém životního prostředí v oblasti řeky Montago v severo-západní Tasmánii. Cílem studie, kterou vypracoval Holz (2007) bylo zhodnotit dopady intenzivní pastvy na pastvinách na jakost podzemních vod. V prosinci 2004 bylo vytvořeno 10 jamek a instalovány 2 piezometry v hloubce 2-6 m podél celé oblasti řeky Montago. Hladiny vody byly sledovány a odebírány každé 2 měsíce, poté byly analyzovány pro zjištění pH, celkové rozpuštění pevných látek, dusičnanů, dusitanů, celkového dusíku, rozpuštěného reaktivního fosforu, Ca, Mg, K a Na. Úroveň vodní hladiny kolísala v závislosti na období vydatných srážek a období sucha. Střední koncentrace dusičnanů ze všech vzorků byla 0,018 mg N-NO₃ L⁻¹, ale v jednom místě byla koncentrace dusičnanů překročena, více než je doporučeno pro pitnou vodu (Cameron, 2004). Naproti tomu, střední koncentrace amoniaku v podzemních vodách byla 0,274 mg N-NH₄ L⁻¹. Střední koncentrace rozpuštěného reaktivního fosforu byla 0,008 mg P L⁻¹, která byla mírně vyšší než limitní hodnota (Eckard, 2004).

7.1 Studie vlivu pastvin na bakteriální znečištění povrchové vody (v povodí)

Oliver a kol. (2005) se zaměřili na sledování vlivu obhospodařovaných pastvin na jakost vody. Míra mikrobiálního znečištění vodních toků závisí na řadě faktorů a okolností, jako např. sezonní podmínky zahrnující klima, výskyt zvířat na pastvě v průběhu roku, zdravotní úroveň chovu stáda, ošetřování pastvin aj. Na silný vztah mezi výskytem pastvin a snižující se jakostí povrchové vody poukazuje také Buck a kol. (2004), jenž upozorňuje především na to, že v období výrazných srážek mohou být hodnoty fekálních koliformních bakterií až tisíckrát vyšší než v období sucha.

V letech 2006 až 2007 byly vybrány odběrové profily na Rejchartickém potoce a jeho přítoku (tok 1. řádu), u kterých bylo sledováno mikrobiální znečištění pocházející z pastvin. Celkem bylo vybráno sedm odběrových míst, tři na útvaru Rejchartický potok, po ústí do toku Desná (tok 4. řádu). Zbývající čtyři profily byly vybrány na toku 1. řádu, který vede mezi pastvinami a po 2 km se vlévá do Rejchartického potoka. Přibližně v polovině rozlohy pastviny se nachází přístřešek pro zvířata s napáječkami, do kterých byla svedena voda z tohoto toku. Samotná

zvířata neměla volný přístup k žádnému vodnímu toku, mohla se však pohybovat v jeho těsné blízkosti (Leciánová, 1987).

Metodika:

Od června roku 2006 do září 2007 byly odebírány z Rejchartického potoka a jeho přítoku vzorky pro mikrobiologická stanovení. V prvním roce sledování byly orientačně odebírány vzorky třikrát, v následujícím roce byly prováděny měsíční odběry (květen až září). Metodika byla zaměřena na výskyt fekálních mikroorganismů (celkové koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie, *E. coli*, enterokoky), které byly stanoveny podle platných norem (TNV 75 7837, TNV 75 7835, ČSN EN ISO 7899-2). Dále byl sledován výskyt myxobakterií jako specifické skupiny mikroorganismů, které blíže indikují zemědělské znečištění. Myxobakterie byly stanovovány podle interní metodiky (Leciánová, 1987).

Výsledky:

Nejvyšší výskyt fekálních koliformních bakterií, včetně *E. coli* a enterokoků, byl zaznamenán v toku 1. řádu v blízkosti teletníku. Enterokoky byly ve větším počtu izolovány také v místě ústí 1. řádu do Rejchartického potoka. Výsledky hodnot z mikrobiologických analýz jsou uvedeny v Tabulce č. 7.

Tabulka č. 7: Výsledky stanovení mikrobiologických ukazatelů na Rejchartickém potoce a jeho přítoku (KOLI – koliformní bakterie, FKOLI – fekální koliformní bakterie (termotolerantní), ESCO – *E. coli*, ENT – enterokoky)

Průměr ktj/ml	KOLI		FKOLI		ESCO		ENT	
	průměr	medián	průměr	medián	průměr	medián	průměr	medián
Rejchartický p. (ř. km 4)	27	19	2	2	1	1	5	6
Tok 1. řádu (ř. km 1,5)	38	25	8	2	6	1	3	3
Tok 1. řádu (ř. km 1,2)	44	30	10	5	8	5	15	13
Tok 1. řádu (ř. km 1)	19	7	2	2	1	2	13	5
Tok 1. řádu (ř. km 1,5)	75	38	4	25	4	8	21	2
Rejchartický p. (ř. km 2,6)	12	7	2	2	1	1	3	4
Rejchartický p. (ř. km 0,5)	38	6	7	1	5	5	14	6

Myxobakterie byly oproti předpokladu autora ve vzorcích zaznamenány ve zcela zanedbatelném množství. Jejich nejvyšší výskyt byl zjištěn v toku 1. řádu u teletníku.

Hodnoty bakterií představující hlavní indikátory fekálního znečištění (termotolerantní koliformní bakterie, *E. coli* a enterokoky) nebyly nijak významně zvýšené v toku 1. řádu ani v Rejchartickém potoce, a to i přesto, že v obou případech jde o malé toky. Rovněž vliv klimatických podmínek během jednotlivých odběrů nebyl zaznamenán.

Zjištěné výsledky odpovídaly požadavkům nařízení vlády č. 229/2007 Sb., o přípustném bakteriálním znečištění povrchových vod. Pouze enterokoky nespĺňovaly tyto obecné požadavky v místě ústí toku 1. řádu do Rejchartického potoka.

Myxobakterie, které jsou součástí bachorové mikroflóry přežvýkavců (*Fiegna, Velicer, 2005*), jsou využívány jako indikátory bakteriálního znečištění vod pocházejících ze zemědělství. Záchyt mykobakterií v této studii nebyl nijak významný. Rozdíly jejich výskytu v Rejchartickém potoce a toku 1. řádu byly jen nepatrné.

8. Shrnutí získaných poznatků

Pochopení významu pastvy pro jakost vody snad v budoucnu pomůže přehodnotit význam ekonomické efektivity a intenzity zemědělské výroby.

Využívané pastevní porosty představují z hlediska ochrany životního prostředí, zejména hydrosféry, jednu z nejlepších a nejlevnějších možností. Porovnáním výsledků pokusů na pastevních porostech našich a zahraničních autorů, zjištěných v obdobných pedoklimatických podmínkách, byl sestaven přehled ztrát živin vyplavením, který je uveden v tabulce (*Briemle, 1990*).

Tabulka č. 8: Porovnání odnosu živin z orné půdy, dočasných travních porostů (přísev kulturních trav člověkem) a trvalých travních porostů (louky, pastviny) v mg.l⁻¹.

Prvek	Orné půdy	Dočasné travní porosty	Trvalé travní porosty
N	1,2 – 60,0	0,7 – 11,4	0,2 – 7,0
Cl	10,0 – 60,0	2,0 – 45,0	1,7 – 27,0
P	0,3 – 7,1	0,1 – 0,9	0,1 – 0,9
K	1,4 – 60,0	0,8 – 7,2	0,1 – 2,7
Na	3,9 – 10,6	2,7 – 7,0	0,5 – 6,5
Ca	8,7 – 150,0	12,6 – 60,0	6,7 – 31,0
Mg	1,5 – 69,0	3,8 – 8,0	1,0 – 7,2

9. Závěr

Trvalé travní porosty mají i využití mimoprodukční jako významný krajinnotvorný a rekreační prvek. Chrání půdu proti účinkům vodní a větrné eroze, využívají se také jako biologický filtr v chráněných pásmech vodárenských nádrží a vodních toků. Mají význam pro zachování cenných rostlinných a živočišných společenstev.

Travní porosty představují ve středoevropských podmínkách významný prvek krajiny i soustavy hospodaření na půdě. Vznik a vývoj travních porostů je zde podmíněn jejich pravidelným obhospodařováním a využíváním, bez něhož by se naprostá většina luk a pastvin postupem času přeměnila na lesní společenství.

Pochopení významu trvalých travních porostů pro jakost vody snad pomůže přehodnotit význam ekonomické efektivity a intenzity zemědělské výroby v oblasti krystalinika České republiky, neboť se zde nacházejí nejvýznamnější zdroje povrchových vod. Vyšší zastoupení trvalých travních porostů v povodí by přispělo k úspěšnému řešení problému „středních poloh“ jinou než jednou z krajních cest, jíž je buď intenzifikace, nebo úplný útlum zemědělské výroby. „Optimální cesta“, která z významu trvalých travních porostů pro jakost vody jednoznačně vyplývá, je ta, že zemědělství ve „středních polohách“ by se mohlo přednostně orientovat na „výrobu“ kvalitní surové vody. Tím by se do určité míry mohla zlepšit ekonomická situace zemědělců v oblastech, kde se nepředpokládá intenzivní zemědělská výroba a které ani nejsou bohatě finančně dotované tak jako horské oblasti.

Seznam literatury

1. Briemle, G. The effects of ten years of nutrient depletion measures in meadows - vegetation, soil, biomass production, and usability of the growth; Naturschutz- und-Landschaftsplanung, 1999., str. 26 – 28.
2. Buck, O., Niyogi, DK., and Townsend, CR. (2004) Scale-dependence of land use effects on water quality of streams in agricultural catchments. *Environmental Pollution*, vol. 130, p. 287–299.
3. Buček, A. Krajina České republiky a pastva; Veronica, 14. zvláštní vydání, 2000, str. 1 – 7.
4. Campbell, KL, DA Graetz and RA Nordstedt. 1977th The environmental impact of cattle on the Flatwoods soils. ASAE Paper No. 77 to the 4048th ASAE, St. Joseph, MI.
5. ČSN Norma 75 0101, Vodní hospodářství – Základní terminologie, 2003.
6. Derlet, RW & Carlson, JR 2006 Coliform bacteria in Sierra Nevada wilderness lakes and streams: what is the impact of backpackers, pack animals, and cattle? *Wilder Environ. Med.* 17, 15–20.
7. Di, H.J., Cameron, K.C., Nitrate leaching and pasture production from different nitrogen sources on a shallow stoney soil under flood-irrigated dairy pasture (2004) *Australian Journal of Soil Research*, 40 (2), pp. 317-334.
8. Eckard, R.J. a kol. Nitrate leaching from temperate perennial pastures grazed by dairy cows in south-eastern Australia (2004) *Australian Journal of Agricultural Research*, 55 (9), pp. 911-920.
9. Fiala, J. Hospodářský a ekologický význam travních porostů, *Úroda* 5/2001, str. 14 – 16.
10. Fiala, J. Současné systémy obhospodařování travních porostů (1. část), *Úroda* 6/2002, str. 9-11.
11. Fiala, J. Současné systémy obhospodařování travních porostů (2. část), *Úroda* 7/2002, str. 9-11.
12. Fiegna, F. and Velicer, GJ. (2005) Exploitative and Hierarchical Antagonism in a Cooperative Bacterium. *PLOS Biol.*, November, vol. 3, No. 11.

13. Gaisler, J.; Mládek, J.; et al. Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích; Výzkumný ústav rostlinné výroby a Ministerstvo životního prostředí: Praha, 2006., str. 7 – 75.
14. Hájek, A.; a kol. Lidé, krajina a zemědělství; Profi-Press, s.r.o.:Praha, 2006, str. 7 – 21.
15. Hejduk, S.; Kasprzak, K. Travní porosty a riziko povodní v předjarním období. In mezinárodní vědecká konference Produkčné, ekologické a krajínovorné funkcie trávnych ekosystémov a krmných plodín. SPU Nitra, 2004., str. 108 – 112.
16. Holz, G.K., 2007. Montagu River catchment: intensive grazing, drainage and water quality. NW Tasmania. Final report UT11673 Dairy Australia. Tas. Instit. Agric. Res.
17. Hubbard, RK, DL Thomas, RA Leonard and JL Butler. 1987th Surface runoff and shallow groundwater, depending on the center pivot applied dairy cattle waste. Trans. Am. Ag Soc. Eng. 30,430 -437.
18. Chichester, FW, RW Van Keuren, a JL McGuinness. 1979. Hydrology and chemical quality of flow from small pastured watersheds: II. Chemical quality. J. Environ. Qual.: 8 167 -171.
19. Isselstein, J.; a kol. Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe – A review; Agronomy Research, 2005, str. 139 – 151.
20. Jelínek, A. Hospodaření a manipulace s odpady ze zemědělství a venkovských sídel; Agrostroj: Praha, 2001., str. 42.
21. Kvapilík, J.; Kohoutek, A. Chov přežvýkavců a trvalé travní porosty; VÚVR: Praha, 2009, str. 5.
22. Kvítek, T. Zásady správné zemědělské praxe při pastvě. *Úroda* 2001
23. Kvítek, T.; a kol. Zásady managementu využívání zón diferencované ochrany TTP v povodí vodárenských nádrží; VÚMOP: Praha, 2004, str. 38 – 44.
24. Kvítek, T.; a kol. Zatravňování orné půdy s vysokým rizikem infiltrace – opatření pro cílené snižování koncentrací dusičnanů ve vodách; VÚMOP: Praha, 2007, str. 87 – 88.
25. Kvítek, T.; a kol. Zásady delimitace kultur a využívání travních porostů v útlumových – extenzivních podmínkách; VÚMOP: Praha, 1995., str. 21.

26. Leciánová, L. (1987) Myxobakterie ve vodách. Vydal Výzkumný ústav vodohospodářský ve Státním zemědělském nakladatelství Praha.
27. Moudrý, J.; Konvalina, P.; et al. Ekologické zemědělství; JČU: České Budějovice, 2007, str. 112.
28. Mrkvička, J. Pastvinářství; ČZU: Praha, 1998, str. 5.
29. Oliver, DM., a kol. Assessing the potential for pathogen transfer from grassland soil to surface waters. *Advances in Agronomy*, 85, 2005, str. 125–156.
30. Pluhař, JJ; a kol . Infiltration rates and sedimentproduction under the influence of grazing systems in the Texas Rolling Plains. *J.Management range*. 40, 1987, str. 240 -243.
31. Rais, I. Zásady delimitace kultur a využívání travních porostů v útlumových – extenzivních podmínkách; VÚMOP: Praha, 1995., str. 21.
32. Schepers,JS, and DD Francis. 1982nd Chemical water quality in runoff from past uresin Nebraska: grazing animals. *J. Influence of Environment. Qual.* 11, str. 351 -354.
33. Slavíková, J. Ekologie rostlin; Státní pedagogické nakladatelství: Praha, 1986, str. 368.
34. Smeins, FE 1975th Effects of livestock grazing on runoff and erodin., str. 267 – 274 in river basin management. *Proc. ASCE Symp. Logan*.
35. Soukup, M.; a kol. Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody na odvodněných pozemních v pramenných oblastech, 1st ed.; VÚMOP: Praha, 2008., str. 50 – 53.
36. Šantrůček, J. Zásady delimitace kultur a využívání travních porostů v útlumových – extenzivních podmínkách; VÚMOP: Praha, 1995., str 21.
37. Šantrůček, J; a kol. Základy pícninářství; ČZU: Praha, 2001, str. 80 – 82.
38. Šarapatka, B; a kol. Ekologické zemědělství v praxi; PRO-BIO: Šumperk, 2006, str. 228.
39. Šefna, L. Zásady delimitace kultur a využívání travních porostů v útlumových – extenzivních podmínkách; VÚMOP: Praha, 1995., str. 21.
40. Tlapák, V.; a kol. Voda v zemědělské krajině; Zemědělské nakladatelství Brázda: Praha, 1992, str. 7.

41. Váchal, J.; a kol. Vliv zemědělského využití území na jakost vody v důsledku extrémních srážko-odtokových jevů; VŠTE: České Budějovice, 2008., str. 147.
42. Velich, J.; a kol. Pícninářství; Vysoká škola zemědělství: Praha, 1991, str. 204.

Internetové zdroje

[1]

http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/trek/index.php?N=3&I=0,

staženo dne 2. 4. 2012

[2]

http://www.agrokrom.cz/texty/metodiky/radce_hospodare/radce_louky_pastviny.pdf,

staženo dne 2. 4. 2012

[3]

http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/Picninarstvi/picniny/picniny_skripta_sytemy_pastvy.pdf, staženo dne 30. 3. 2012