



Realizační výstup výzkumného projektu č. QJ1220029 pod názvem „Zakládání a údržba porostů hrází rybníků s ohledem na jejich využití“, financovaného MZe ČR Národní agenturou pro zemědělský výzkum - Komplexní udržitelné systémy v zemědělství „KUS“

Řešitelská organizace:

Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko

Uplatněná certifikovaná metodika

Metodika 32/2016

**VYUŽITÍ RŮZNÝCH TRAVNÍCH SMĚSÍ PRO STABILIZACI
PŮDNÍHO PROSTŘEDÍ NA HRÁZÍCH RYBNÍKŮ**

Autorský kolektiv:

Ing. Jaroslava Novotná, Ph.D.

Ing. Barbora Badalíková

Mgr. Tomáš Vymyslický, Ph.D.

Ing. Daniela Knotová, Ph.D.

Metodika byla schválena MZe ČR, osvědčení č. 71372/2016-MZE-17221



Obsah

Úvod	4
I. Cíl metodiky	5
II. Vlastní popis metodiky	5
1. Materiál a metody	5
1.1. Charakteristika vybraných lokalit	6
1.2. Metodika pedologických sledování	7
1.3. Metodika botanického hodnocení	8
III. Výsledky	9
2. Pedologie	
2.1. Fyzikální vlastnosti půdy	9
2.2. Sledování eroze na hrázích rybníku	16
2.3. Chemické vlastnosti půdy	17
3. Botanika	20
IV. Závěr	23
V. Srovnání novosti postupů	24
VI. Popis uplatnění certifikované metodiky	24
VII. Potřebnost a aktuálnost projektu	24
VIII. Ekonomické vyhodnocení	24
IX. Seznam použité související literatury	25
X. Seznam publikací předcházejících metodice	26
XI. Dedikace, jména oponentů	27
Přílohy – fotodokumentace	28



Úvod

Při sledování procesů probíhajících v zemních hrázích při jejich zatěžování vodou (Císlarová, Vogel, 2008) je nutno respektovat komplikovanost uvedeného prostředí. Tělo hráze a podloží se obecně skládají z materiálů se širokým rozsahem velikostí zrn, vlastností a vrstvenatost půdy musí být přesně odhadnuta, aby bylo možno předpovídat mechanickou stabilitu a infiltraci vody břehů. Také je potřeba znát pevnost a obsah vody v půdě hráze. Tyto parametry jsou obvykle zjišťovány pomocí penetrometrických měření, vyvrtáním vzorků a jejich následným laboratorním testováním (Gliński, J., Lipiec, J.; 1990). Také bylo zjištěno, že kořenový systém biomasy v horních vrstvách půdy zvyšuje utužení půdy a ve spodních vrstvách utužení snižuje (Takashi T., Yamamoto T. 2010). Anderson a kol. (2010) po vytvoření a zprovoznění hráze rybníku zjistili, že deště způsobují její erozi, proto stabilizovali písčné svahy hrází osemem trav spolu s leguminózou. Další autoři Pohl C., Vavrina L. (2008) konstatují, že odolnost hrází vůči hydrodynamickým vlivům během dešťů je založena na funkční interakci pískového jádra, soudržné vrstvy a pokryvem drnu.

Dle Janečka a kol. (2012) se občasné zatápění zemní hráze vodou všeobecně uznává za nepříznivé, vyžadující zvláštní pozornost. Jílovité zeminy v tělese hráze u suché nádrže vysychají, smršťují se a vytvářejí průběžné i příčné trhliny. Z technických opatření, která přispívají k omezení tohoto jevu, je možné uvést zřizování lícových zón z nekohezní, hrubozrnější zeminy s promícháním humusotvorné složky a zatravněním včetně drenážního koberce na vzdušné části hráze pro zachycení a odvedení průsakové vody zmíněnými smršťovacími trhlínami.

Velmi významným činitelem v ochraně krajiny před zvýšeným smyvem půdy a živin do vodních toků je důsledná protierozní ochrana zejména na svažitých pozemcích. Protierozní ochrana spočívá především ve vlastní ochraně povrchu půdy vegetačním pokryvem, který vede ke zlepšení struktury povrchu půdy i jejich hlubších vrstev díky kořenovému systému. Jedním z důležitých opatření pro ochranu povrchu půdy hrází je co nejdříve zaset příhodnou travní, či jetelotravní směsí, vhodnou pro dané půdní a klimatické prostředí. Zapojený porost, hustý vegetační kryt a kořenový systém pak chrání půdu před erozivními účinky. Ve srovnání s půdou bez porostu je odtok na krytých půdách minimální a nedochází ke smyvu půdy (Badalíková, Hrubý, 2007).

Tato metodika dává návod ke správné volbě ozelenění hráze rybníka travní směsí z hlediska složení hráze a stanovištních podmínek.



I. Cíl metodiky

Cílem metodiky je ustanovit doporučení pro správnou volbu travní směsi na dané stanoviště ve vztahu k půdním podmínkám, jakožto důležitého faktoru stability hrází vodních nádrží a případně jeho využití pro zlepšení půdních vlastností a tím pevnosti hráze. Je také návodem pro ochranu hrází z hlediska erozních účinků, které mohou rozrušit hráz v případě založení nevhodné travní směsi nebo ponechání holé hráze bez vegetačního pokryvu.

II. Vlastní popis metodiky

1. Materiál a metody

Pokus probíhal v letech 2012 – 2016 na třech vybraných rybníčních hrázích s odlišnými půdními a klimatickými podmínkami v různých oblastech ČR. Odběry půd a hodnocení byly prováděny vždy v jarním a podzimním období.

Sledované lokality

1. Lokalita Soboňky u Hodonína – rybník Rohatec
2. Lokalita Křižanov – Podhorský rybník
3. Lokalita Stálkov (u Slavonic) – rybník Horní Šatlava

Na hrázích rybníků byly založeny 3 varianty s osem různých travních směsí a potenciálně různým významem z hlediska soudržnosti hráze.

Varianty pokusu

Varianta 1 – Extenzivní směs na hráze na suchá stanoviště

Varianta 2 – Extenzivní směs na hráze na sešlapávaná místa

Varianta 3 – Intenzivní směs na hráze na vlhká stanoviště

Složení travních směsí

Varianta 1:

20 % Jílek vytrvalý Ahoj

40 % Kostřava červená Reverent

23 % Kostřava ovčí Ridu

15 % Lipnice luční Balin

2 % Jetel plazivý Klement



Varianta 2:

- 38 % Jílek vytrvalý Ahoj
- 40 % Kostřava rákosovitá Asterix
- 20 % Lipnice luční Balin
- 2 % Jetel plazivý Klement

Varianta 3:

- 32 % Mezirodový hybrid kostřavovitý typ Fojtan
- 20 % Jílek vytrvalý Jonas
- 25 % Bojínek luční Alma
- 10 % Lipnice luční Balin
- 10 % Jetel luční Suez
- 3 % Jetel plazivý Jura

1.1. Charakteristika lokalit

Lokalita Soboňky u Hodonína – rybník Rohatec

Rybník leží v teplé klimatické oblasti v oblasti Dolnomoravského úvalu. Okolí rybníka tvoří borové lesy, které byly vysázeny za účelem zpevnění vátých písků vyskytujících se v této oblasti. Břehy rybníka nejsou pravidelně koseny, pouze hráz a její koruna je pravidelně sečena. Rybník byl založen okolo roku 1950. V roce 1954 přišla silná boufka, která protrhla hráz a způsobila záplavy. Hráz byla poté opravována. V současné době je hráz poškozována bobry. Koruna hráze je sečena sekačkou se sběračem, biomasa je používána jako krmení ryb ve formě řezanky kolem 10 cm. Zrnitostně se řadí zemina na této hrázi mezi písčité půdy. Trvalá plocha – hráz, vnější (vzdušná) strana, rozměry asi 20 x 5 metrů. Zeměpisné souřadnice 48°54'08,5'' + 17°12'48,3'', nadmořská výška 187 m.

Lokalita Křižanov – Podhorský rybník

Rybník leží v teplejší části Českomoravské vrchoviny. Okolí rybníka tvoří pole s intenzivní zemědělskou výrobou. Založená plocha na hrázi rybníku Podhorský v Křižanově je z hlediska volby prostředí hráze zajímavá zejména pro složení a stáří hráze, které se vhodně doplňuje s hrázemi daleko mladších rybníků Horní Šatlava a Rohatec. Tato lokalita byla úmyslně vybrána jako extrém k ostatním hrázím a odlišným podmínkám. Hráz rybníku je záhozová – balvanitá - s těsnicí maskou vyplněná hlínou a maznicí, která je zřízena ukládáním a hutněním



jednotlivých vrstev zeminy. Trvanlivost utužení se sleduje právě zjišťováním penetrometrického odporu půdní vrstvy.

Hráz je stabilní, sice částečně průsaková, ale není riziková, jak by se mohlo zdát, a vzhledem k tomu, že rybník je zhruba 300 let starý, svou funkci splňuje. Přesnou technickou informaci o konstrukci této historické hráze se nepodařilo zjistit, protože nejsou k dispozici archivní materiály. Zrnitostně se řadí zemina na této hrázi mezi hlinité-jílovitohlinité půdy.

Trvalá plocha – hráz, vnější (vzdušná) strana mezi břizami, rozměry asi 25 x 5 metrů. Zeměpisné souřadnice $49^{\circ}23'13,8'' + 16^{\circ}05'44,0''$, nadmořská výška 540 m.

Lokalita Stálkov – rybník Horní Šatlava

Rybník leží v chladnější části Českomoravské vrchoviny na okraji oblasti zvané Česká Kanada. Okolí rybníka tvoří smíšené lesy, pole a chatová oblast.

Hráz je sypaná (původně homogenní, dnes v některých částech s těsnicím jádrem kvůli opravám po činnosti ondatery a opravám celkově). Návodní strana hráze je opevněna kamenným záhozem do úrovně asi 1,5 m nad hladinu (výškových) a koruna hráze je dále travnatá. Návětrná strana hráze je travnatá. Hráz byla rozšiřována tak, že koruna hráze se téměř nezměnila, ale pata hráze je nyní o minimálně polovinu širší (návětrná strana je strmější). Návětrná strana hráze byla navezena ze zásob materiálu po čištění jiných rybníků, zátoky daného rybníka a z výkopu obtokové stoky a pokryta méně kvalitní ornici ze stavby jiného rybníka. Původní hráz je cca z roku 1604 (dendrochronologická analýza – původní jedlové potrubí - výpustní trubka), oprava hráze proběhla v letech 2010 - 2011.

Zrnitostně se řadí zemina na této hrázi mezi písčité-hlinitopísčité půdy.

Trvalá plocha – hráz, vnější (vzdušná) strana od borovice k výpusti, rozměry asi 40 x 10 metrů. Zeměpisné souřadnice $49^{\circ}01'28,5'' + 15^{\circ}17'55,8''$, nadmořská výška 616 m.

1.2. Metodika pedologických sledování

Struktura půdy byla stanovena prosíváním suché zeminy na sítěch o průměrných otvorech 0,25; 0,5; 2; 5; 10; 20 mm. Vzorky byly odebírány ze dvou hloubek, a sice 0-15 a 15-30 cm ve třech opakováních. Každá strukturní frakce byla samostatně zvážena a přepočtena na procenta. Pro vlastní hodnocení byl vypočítán koeficient strukturnosti, který vyjadřuje vztah mezi agronomicky hodnotnými (0,25-10 mm) a méně hodnotnými strukturními elementy (>10 a $<0,25$ mm). Čím je vyšší koeficient strukturnosti, tím je lepší struktura půdy.



Penetrometrický odpor půdy byl měřen mechanickým penetrometrem v pěti opakováních, po pěti cm do hloubky 35 cm. Měření je založeno na zjišťování síly nutné k zatlačení normovaného ocelového kužele do půdy. Jeho výhodou je vysoká expeditivnost a možnost okamžitého vyhodnocení výsledků pro sledovaný profil. Měření probíhalo na začátku a na konci vegetačního období.

Vlhkost půdy (v % hmot.) byla zjišťována gravimetrickou metodou z hloubek 0-5, 5-10, 10-20 a 20-30 cm ze sypaných vzorků do vysoušeček, odběrem sondýrkou ve třech opakováních.

Měření infiltrace bylo prováděno pomocí minidisku (Decagon Device, 2010). Minidiskový infiltrometr umožňuje nastavit a po dobu měření udržovat mírný podtlak na jeho spodním okraji v rozsahu tlakových výšek -0.5 cm až -6 cm. Výsledkem měření je časová posloupnost zainfiltrace objemů vody. Měření bylo zaznamenáváno každých 30 s po dobu minimálně 0,5 hod. ve třech opakováních, na začátku a na konci vegetace. Infiltrační hodnoty křivek byly přepočítány na hydraulickou nenasyčenou vodivost (Kh).

Chemické analýzy pro zjištění základního obsahu živin v půdách byly odebrány vzorky ze dvou hloubek: 0-0,15 a 0,15-0,30 m. Vzorky byly odebrány současně se vzorky pro stanovení obsahu humusu vždy na začátku a na konci vegetace. Výměnná půdní reakce pH byla stanovena z výluhu KCl potenciometricky. Obsah přístupného fosforu, draslíku a hořčíku byl stanoven na spektrofotometru metodou podle Melicha III (vyjádřeno v mg na 1 kg půdy) a obsah celkového dusíku mineralizací, destilační metodou podle Kjeldahla (vyjádřen v %). Celkový obsah uhlíku (C_{ox}) byl stanoven oxidimetrickou titrací podle Nelson a Sommers (1982) a přepočten koeficientem 1,724 na humus.

Sledování vodní eroze půdy bylo prováděno na hrázi bez osevu travní směsi pomocí záchytné kapsy, která byla umístěna v dolní části hráze. Kapsa byla vyrobena z pozinkovaného plechu na zadní straně děrovaná. Dovnitř kapsy byla umístěna propustná netkaná textilie, která propouští vodu, ale ne spláchlou zeminu. Pokud dojde ke smyvu zeminy, odebere se textilie s nánosem půdy; po usušení se půda přepočte na měřenou plochu.

1.3. Metodika botanického hodnocení

V květnu let 2014, 2015 a 2016 byly na všech lokalitách zapsány fytocenologické snímky podle standardní metodologie, používané ve fytocenologii, vždy na ploše 2 x 2 metru. Pro zápis byla použita sedmičlenná Braun-Blanquetova stupnice. Po zapsání



fytoecnologických snímků byly odebrány vzorky nadzemní biomasy do chemické laboratoře na kvalitativní rozbor.

Všechny zapsané fytoecnologické snímky byly zapsány do databáze fytoecnologických snímků v programu Turboveg for Windows a poté byla provedena numerická analýza metodou TWINSpan v programu JUICE.

III. Výsledky

2. Pedologie

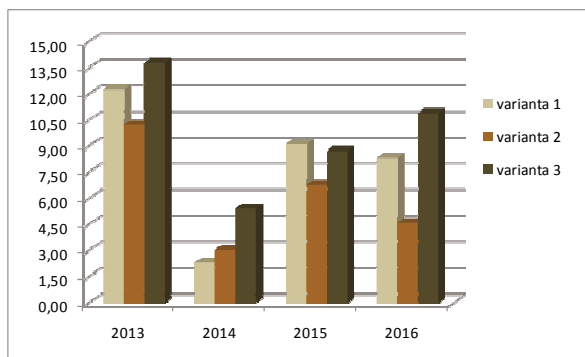
2.1. Fyzikální vlastnosti půdy

Půdní struktura

Struktura půdy je důležitým ukazatelem fyzikální vlastnosti půdy, která ovlivňuje nejen schopnost půdy infiltrovat a zadržovat půdní vodu, ale i snášet rozdílné půdní a klimatické podmínky v době, kdy nejsou zrovna příznivé. Na udržení dobré půdní struktury má vliv množství dodávané kvalitní organické složky do půdy, dodržování osevních postupů, vhodné zpracování půdy dle půdních a klimatických podmínek daného stanoviště.

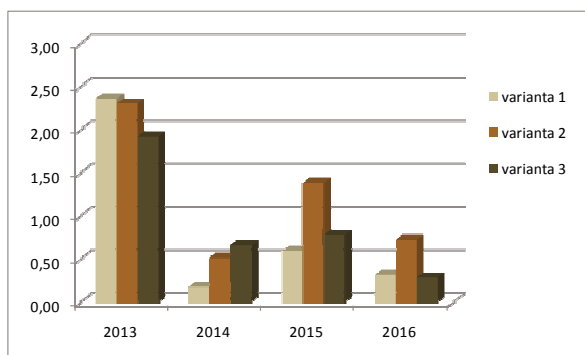
V grafu 1 jsou vyhodnoceny výsledky za uplynulé období na hrázi rybníku Rohatec poblíž Hodonína. Z grafu je patrné, jak se půdní struktura, dána koeficientem strukturnosti (KS), měnila během sledovaných let u variant s osemem různých travních směsí. V roce 2013 byly klimatické podmínky nejpriznivější, takže i KS byl naměřen nejvyšší u všech sledovaných variant. Co se týče variant s odlišnými travními směsmi, tak téměř v každém roce byla nejlepší půdní struktura podle zjištěného KS u varianty 3 (Intenzivní směs na hráze na vlhká stanoviště). V roce 2015 byla zjištěna o málo lepší půdní struktura u varianty 1 (Extenzivní směs na hráze na suchá stanoviště), kdy v tomto roce byly naměřeny vyšší teploty a minimum srážek. Proto se osvědčila více tato travní směs.

Graf 1: Průměrné hodnoty půdní struktury u různých variant zasetých travních směsí - hráz rybníku Rohatec



V grafu 2 jsou zhodnoceny výsledky na hrázi rybníku Podhorský. Na tomto stanovišti se výsledky mezi variantami různily, ale ke konci sledování se jevila jako nejlepší varianta 2 (Extenzivní směs na hráze na sešlapávaná místa). Celkově půdní struktura, dle KS, na této lokalitě byla nejméně příznivá. Bylo to dáno složením hráze a častým průsakem vlivem nestability kamenitého záhozu a těsnící maskou vyplněnou hlínou a maznicí a zrnitostně patřící mezi hlinité-jílovitohlinité půdy.

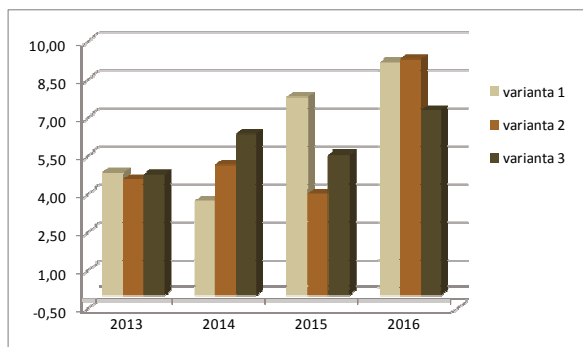
Graf 2: Průměrné hodnoty půdní struktury u různých variant zasetých travních směsí - hráz rybníku Podhorský



Výsledky z lokality Stálkov na hrázi rybníku Horní Šatlava jsou uvedeny v grafu 3. Na této hrázi se ukázala jako nejlepší z hlediska KS ve většině sledování varianta 1 (Extenzivní směs na hráze na suchá stanoviště), což odpovídá stanovištním podmínkám, kdy v této oblasti méně

prší a travní směsi jsou tedy vystaveny sušším podmínkám. Také půdní podmínky k sypané hráze odpovídají podmínkám růstu travních směsí, neboť zrnitostně se řadí půda na hrázi mezi písčité až hlinitopísčité s velkou propustností vody do spodních vrstev.

Graf 3: Průměrné hodnoty půdní struktury u různých variant zasetých travních směsí - hráze rybníku Horní Šatlava



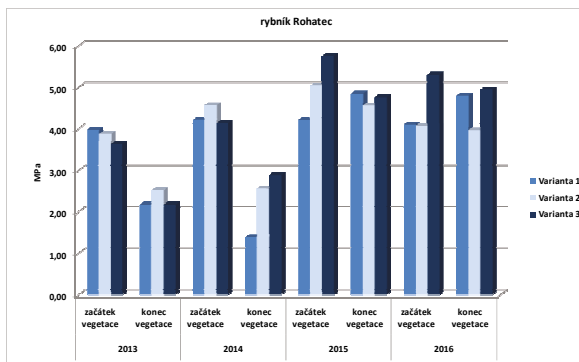
Penetrometrický odpor půdy

Penetrometrický odpor půdy (POP) je jedním z ukazatelů zhutňování půd. Metoda penetrometrie vychází z odporu, který klade půda proti vniknutí normalizovaného kužele a jeho průřezové plochy. Hodnota odporu je udávána v kPa nebo MPa. Současně s měřením penetrometrického odporu byl odebrán vzorek půdy pro zjištění její vlhkosti, které slouží ke korekcím penetrometrického odporu při jednotlivých měřeních. Vyhodnocení měření je prováděno z penetrometrických záznamů numericky nebo graficky.

Nejvyšší průměrné hodnoty POP byly zjištěny na hrázi rybníku Rohatec (graf 4) a nejnižší na hrázi rybníku Podhorský (graf 5). Bylo to dáno složením hráze a propustností vody, která byla největší právě na hrázi rybníku Podhorský. Co se týče variant travních směsí tak nejnižší průměrné hodnoty POP byly zjištěny u varianty 1 na hrázi rybníku Rohatec (graf 4) a Horní Šatlava (graf 6) a u varianty 2 na hrázi rybníku Podhorský (graf 5).

Graf 4: Penetrometrický odpor půdy u různých variant zasetých travních směsí

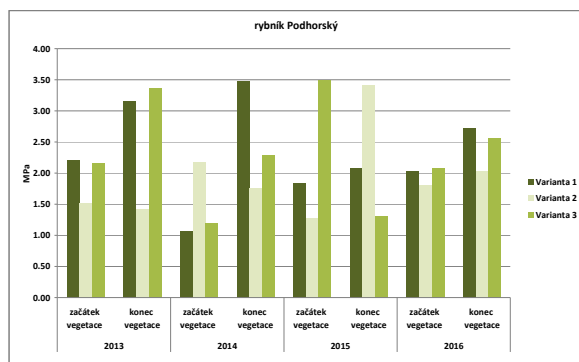
- hráz rybníku Rohatec



Během sledovaných let byly naměřeny nejvyšší hodnoty POP v roce 2015, kdy se jednalo o rok srážkově podnormální a teplotně nadnormální oproti ostatním rokům. V tomto roce klesla i hladina vody v nádržích rybníků, takže nedocházelo, např. u rybníku Podhorský, k průsaku vody hrází jako v ostatních letech. Na hrázi rybníku Rohatec se pohybovaly hodnoty POP ve svrchní vrstvě půdy (0 – 10 cm) v průměru od 3,35 do 3,99 MPa a ve spodní vrstvě (15 – 25 cm) v průměru od 3,61 do 4,61 MPa. Na hrázi rybníku Podhorský se pohybovaly hodnoty POP ve svrchní vrstvě půdy (0 – 10 cm) v průměru od 1,57 do 2,54 MPa a ve spodní vrstvě (15 – 25 cm) v průměru od 2,06 do 2,51 MPa.

Graf 5: Penetrometrický odpor půdy u různých variant zasetých travních směsí

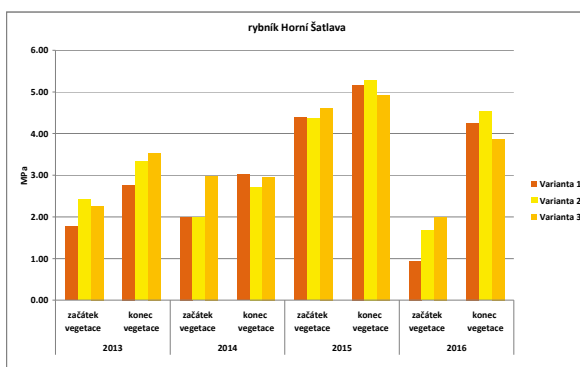
- hráz rybníku Podhorský



Na hrázi rybníku Horní Šatlava se pohybovaly hodnoty POP ve svrchní vrstvě půdy (0 – 10 cm) v průměru od 2,99 do 3,48 MPa a ve spodní vrstvě (15 – 25 cm) v průměru od 2,88 do 3,58 MPa.

Graf 6: Penetrometrický odpor půdy u různých variant zasetých travních směsí

- hráz rybníku Horní Šatlava



Vlhkost půdy

V tabulce 1 jsou uvedeny průměrné výsledky vlhkosti půdy. Stanovení vlhkosti bylo nutné k případné korekci penetrometrického odporu. Půdní vlhkost je množství vody v půdě (vztaheno k suché hmotnosti). Objemová vlhkost – je vyjádřena podílem objemu vody k objemu neporušeného vzorku (procenta objemová) – zjišťuje se z Kopeckého válečků, kdežto vlhkost půdy vyjádřena v % hmotnostních, tedy gravimetrická, se zjišťuje váhově ze sypaných vzorků. Podle složení a charakteru hrází byly podle předpokladu nejvyšší naměřené hodnoty vlhkosti půdy na hrázi rybníku Podhorský na lokalitě v Křižanově. Nejnížší naměřené hodnoty byly naměřeny na hrázi rybníku Rohatec na lokalitě u Hodonína. Co se týče variant, tak byla naměřena za všechny sledované roky nejnížší průměrná vlhkost půdy na hrázi rybníku Podhorský (22,49 % hmot.) a Horní Šatlava (9,54 % hmot.) u varianty 2 (Extenzivní směs na sešlapávaná místa) a na hrázi rybníku Rohatec (6,12 % hmot.) u varianty 3 (Intenzivní směs na vlhká stanoviště). Rozdíly v půdní vlhkosti se také lišily podle klimatických podmínek v jednotlivých letech a charakteristiky stanovišť.

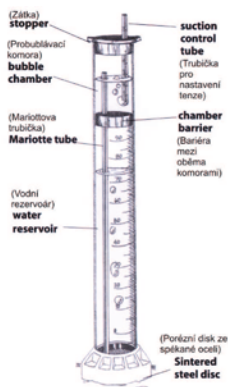
Tab. 1: Průměrné hodnoty půdní vlhkosti (v % hmot.) u různých variant travních směsí během sledovaných let

Lokalita	Varianta	Období odběru vzorků								
		2012	2013		2014		2015		2016	
			začátek vegetace	konec vegetace	začátek vegetace	konec vegetace	začátek vegetace	konec vegetace	začátek vegetace	konec vegetace
			% hmot.							
Rohatec	1	8,45	8,26	17,06	5,09	15,46	4,56	5,78	5,79	3,71
	2	10,45	6,47	10,77	5,77	10,02	8,76	4,47	6,97	6,59
	3	8,27	7,06	8,23	6,27	10,43	3,10	3,95	3,68	4,10
Podhorský rybník	1	29,89	30,50	32,39	21,20	32,10	27,25	15,32	22,83	27,04
	2	28,92	27,67	28,88	17,42	23,16	24,76	10,89	23,83	16,86
	3	29,52	33,89	33,47	21,63	24,34	32,90	19,57	20,61	27,21
Horní Šatlava	1	16,30	9,31	8,66	15,77	11,49	7,91	3,98	13,48	7,68
	2	14,28	9,49	7,38	14,48	12,68	5,60	4,31	11,55	6,09
	3	14,52	14,39	8,91	11,25	11,14	5,38	5,80	12,21	8,76

Infiltrace

Infiltrace je klíčovou vlastností pórovitého prostředí z hlediska proudění vody a transportu rozpuštěných látek. Infiltrační schopnost (propustnost) je zásadním parametrem ovlivňujícím vodní režim půd. Závisí především na textuře, na množství a rozložení dutin, které se vytvoří na místech po odumřelých a rozložených kořenech bylin či dřevin. Důležitou roli hraje též množství a kvalita organického materiálu ve svrchním horizontu.

Existují různé způsoby hodnocení infiltrace vody do půdy, jako je měření dešťovým simulátorem deště, měření infiltrace pomocí dvou soustředných válců, měření a vyhodnocování infiltrace modré vody do půdy a měření infiltrace pomocí infiltrometr – Mini disku. Mini disk infiltrometr je velice jednoduchý a malý s nízkou náročností na obsluhu (Obr. 1).



Obr. 1: Minidiskový infiltrometr

Pro zpracování naměřených dat byl použit program Excel, pomocí kterého byla vypočtena nenasyčená hydraulická vodivost půdy K_h . Pro výpočet hydraulické vodivosti půdy existuje mnoho metod. Zhang (1997) určil jednoduchou metodu pro infiltraci vody do půdy a výpočet nenasyčené hydraulické vodivosti půdy s retenčními parametry van Genuchtenovy parametrizace (van Genuchten, 1980) určenými na základě pedotransferových funkcí (Carsel a Parrish, 1988).

Metoda je založená na měření kumulativní infiltrace vody do půdy za čas při použití funkce:

$$I = C_1 t + C_2 \sqrt{t},$$

kde C_1 [m.s^{-1}] a C_2 [$\text{m.s}^{-1/2}$] jsou parametry funkce. C_1 je parametr funkce související s hydraulickou vodivostí a parametr funkce C_2 má vztah k sorpci půdy. Hydraulická vodivost půdy k se spočítá pomocí funkce:

$$k = C_1 / A,$$

kde C_1 je hodnota sklonu křivky kumulativní infiltrace vody do půdy v závislosti na druhé odmocnině času.

Infiltrační schopnost půdy je uvedena v tab. 2 – 4 jako hydraulická nenasyčená vodivost v mm/min.

Tab. 2: Hodnoty K_h - hydraulická nenasyčená vodivost (mm/min) – rybník Rohatec

varianta	vegetační období	2013	2014	2015	2016
1	A	0,924	0,472	2,297	4,283
	B	2,989	3,456	2,475	1,563
2	A	3,695	1,569	2,297	2,356
	B	1,164	3,451	1,406	2,191
3	A	1,017	0,767	1,738	2,245
	B	0,958	2,524	2,388	2,358

Tab. 3: Hodnoty K_h - hydraulická nenasyčená vodivost (mm/min) – rybník Podhorský

varianta	vegetační období	2013	2014	2015	2016
1	A	0,606	0,015	0,042	0,047
	B	0,027	0,158	0,029	0,048
2	A	0,206	0,053	0,029	0,070
	B	0,008	0,041	0,119	0,027
3	A	0,406	0,449	0,019	0,054
	B	0,022	0,086	0,008	0,029

Tab. 4: Hodnoty Kh - hydraulická nenasycená vodivost (mm/min)

– rybník Horní Šatlava

varianta	vegetační období	2013	2014	2015	2016
1	A	1,000	0,899	0,169	0,565
	B	0,620	0,163	0,898	0,602
2	A	0,327	0,177	0,772	0,936
	B	0,403	0,177	0,611	1,003
3	A	0,681	0,216	0,484	0,829
	B	0,344	0,172	0,265	1,043

Z tabulek hodnot Kh vyplývá, že v průměru nejvyšší však vody byl u varianty 1 (Extenzivní směs na hráze na suchá stanoviště) na hrázi rybníku Rohatec (2,307 mm/min.) a Horní Šatlava (0,615 mm/min.) a na hrázi rybníku Podhorský u varianty 3 (Intenzivní směs na hráze na vlhká stanoviště), a sice 0,134 mm/min., což odpovídá stanovištním podmínkám sledované lokality. Na hrázi rybníku Podhorský byla celkově nejnížší infiltrace z důvodů vyššího obsahu jílovitých částic, což způsobuje vyšší utuženost a vyšší vlhkosti hráze vzhledem k průsaku vody z rybníku.

2.2. Sledování eroze na hrázích rybníků

Vliv vybraných směsí na eliminaci erozních účinků na hrázích

Na hrázích rybníků byla sledována od roku 2014 eroze půdy pomocí zachytných kapes pod hrázemi sledovaných rybníků Obr. 2. Během sledování půdní eroze po zapojení porostu travních směsí nebyla zjištěna eroze půdy u žádné varianty na všech lokalitách. Vyplývá to logicky ze situace, kdy půdní plocha hrází rybníků byla plně chráněna rostlinným pokryvem.



Obr. 2: Instalovaná kapsa pro zachycení erozního smyvu půdy

Současně byl sledován v roce 2015 erozní účinek na hrázi rybníku bez vegetačního pokryvu povrchu půdy, a sice na nově postavené hrázi rybníku Matějovec v jižních Čechách. Délka svahu hráze byla 5 m, šířka kapsy 1 m. Začátkem srpna po prudkém dešti byl zaznamenán smyv půdy z povrchu hráze do instalované kapsy 2,4 kg v suché hmotě (obr. 3). V přepočtu by to činilo 4,8 t.ha⁻¹. Smytý vzorek půdy byl analyzován v chemické laboratoři na obsah živin a chemické vlastnosti (tab. 5). Ze získaných analýz lze konstatovat, že ztráta živin i ztráta oxidovatelného uhlíku Cox (tj. 6,14 % humusu) z půdy je velká. Erozní účinek má za následek nejen rozklad samotné hráze, ale i úbytek živin z půdy potřebných pro růst travního porostu při zakládání hrází. Také Anderson a kol. (2010) po vytvoření a zprovoznění hráze rybníku zjistili, že deště způsobují její erozi, proto stabilizovali písčité svahy hrází osemem trav spolu s leguminózou.

Tab. 5: Obsah živin ze smyté půdy – hráz rybníku Matějovec 2015

datum smyvu	pH _{KCl}	Cox (%)	Mg - p mg/kg	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Nc (%)
15.8.	4,2	3,56	133	122	64	0,27



Obr. 3: Zachycená půda na hrázi bez vegetačního pokryvu

2.3. Chemické vlastnosti půdy

Obsah živin v půdě je důležitý, aby byl rovnoměrně rozložený pro růst kvalitní vegetace, která má chránit povrch hrází. Důležité je, aby byly živiny přístupné pro rostliny, a aby byla rovnoměrná vyváženost mezi dusíkem a ostatními prvky. V tab. 6 jsou uvedeny obsahy živin



v půdě a dalších chemických analýz na hrázi rybníku Rohatec. V průběhu let nedošlo k výrazným změnám u jednotlivých živin. V posledním roce řešení došlo k mírnému poklesu pH u varianty 2 a 3, a to ze slabě kyselé na kyselou. Současně také došlo u těchto variant k poklesu obsahu humusu. Obsah humusu lze tedy charakterizovat jako střední (var. 2) až dobrý (var. 1, 2). Obsah přístupného hořčíku byl nízký až dobrý, obsah přístupného fosforu byl nízký až vyhovující, obsah přístupného draslíku byl u var. 2 dobrý, u ostatních variant vyhovující a obsah celkového dusíku byl zjištěn malý. Celková nízká bilance živin v půdě je pochopitelná, protože se nejedná o polní pokus a hráze tudíž nejsou vyhnojovány. Navíc část přístupných živin je odebírána travními směsmi. Obsah humusu poklesl kvůli nízké aktivitě mikroorganismů vzhledem k nedostatku organické hmoty v půdě.

Tab. 6: Chemické analýzy u různých variant zasetých travních směsí během sledovaných let - hráz rybníku Rohatec

varianta	roky	pH _{KCl}	Cox (%)	humus %	Mg - p mg/kg	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Nc (%)
1	2013	6,4	1,80	3,11	99	74	163	0,130
	2014	6,4	2,06	3,56	131	50	195	0,148
	2015	6,5	1,94	3,35	187	47	149	0,143
	2016	6,0	1,68	2,89	113	55	140	0,180
2	2013	6,6	2,08	3,59	108	71	195	0,158
	2014	6,1	1,80	3,10	191	61	326	0,175
	2015	6,2	1,75	3,01	198	68	203	0,158
	2016	5,4	1,56	2,69	103	60	99	0,178
3	2013	6,3	2,15	3,70	115	88	220	0,148
	2014	6,3	1,63	2,81	120	77	164	0,143
	2015	6,1	1,64	2,83	176	64	127	0,130
	2016	5,5	1,30	2,25	94	44	75	0,148

Na hrázi rybníku Podhorský (tab. 7) byla zjištěna půdní reakce (pH) extrémně kyselé (4,2) až slabě kyselé (nad 5,6). Nejkyselejší prostředí bylo zjištěno u varianty 2 (Extenzivní směs na hráze na sešlapávaná místa). Obsah humusu se pohyboval v rozmezí středně humózních půd, obsah přístupného hořčíku byl nízký až dobrý, obsah přístupného fosforu byl nízký až vyhovující, obsah přístupného draslíku byl dobrý a obsah celkového dusíku byl zjištěn střední až dobrý. Opět mezi roky nebyly výrazné rozdíly. Mezi variantami byly rozdíly u varianty 2, kde došlo k poklesu pH a humusu oproti variantám 1 a 3. Pravděpodobně to bylo dáno složením travní směsi a půdním složením hráze.



Tab. 7: Chemické analýzy u různých variant zasetých travních směsí během sledovaných let - hráz rybníku Podhorský

varianta	roky	pH _{KCl}	Cox (%)	humus %	Mg - p mg/kg	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Nc (%)
1	2013	5,6	1,65	2,84	217	24	269	0,185
	2014	5,4	1,88	3,25	322	31	276	0,200
	2015	5,2	2,64	4,55	300	35	267	0,203
	2016	4,8	1,62	2,79	251	29	229	0,190
2	2013	4,8	1,82	3,13	210	24	322	0,205
	2014	5,2	1,78	3,06	285	34	295	0,203
	2015	4,6	1,71	2,95	306	27	284	0,183
	2016	4,2	1,62	2,78	219	43	413	0,200
3	2013	4,9	1,58	2,73	192	22	253	0,183
	2014	5,2	1,97	3,39	281	30	418	0,225
	2015	5,2	1,94	3,34	271	30	320	0,233
	2016	4,8	1,44	2,48	262	28	242	0,183

V tabulce 8 jsou uvedeny chemické analýzy na hrázi rybníku Horní Šatlava. Půdní reakce zde byla zjištěna u varianty 1 poslední dva roky extrémně kyselá, u var. 2 slabě kyselá a u var. 3 neutrální. Je možné, že odlišná půdní reakce byla dána různou navázkou na hráz ze zásob materiálu po čištění jiných rybníků, zátoky daného rybníka a z výkopu obtokové stoky a pokryta méně kvalitní ornici ze stavby jiného rybníka. Částečně k tomu přispívá i odlišné složení travních směsí. Obsah humusu se pohyboval v rozmezí středně až silně humózních půd, obsah přístupného hořčíku byl v průměru vysoký, obsah přístupného fosforu byl zjištěn nízký, obsah přístupného draslíku byl v průměru vysoký a obsah celkového dusíku byl zjištěn střední až dobrý. Významné rozdíly mezi variantami nebyly patrné.

Tab. 8: Chemické analýzy u různých variant zasetých travních směsí během sledovaných let - hráz rybníku Horní Šatlava

varianta	roky	pH _{KCl}	Cox (%)	humus %	Mg - p mg/kg	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Nc (%)
1	2013	5,6	1,35	2,33	69	78	99	0,105
	2014	5,3	2,30	3,97	107	82	179	0,135
	2015	4,2	2,27	3,92	145	62	87	0,183
	2016	4,5	2,10	3,61	77	64	66	0,170
2	2013	6,3	1,29	2,22	82	98	134	0,115
	2014	6,7	1,62	2,80	124	87	183	0,130
	2015	5,6	2,28	3,93	160	96	167	0,138
	2016	6,6	1,30	2,24	86	105	129	0,135
3	2013	7,0	1,34	2,31	78	96	143	0,105
	2014	7,2	1,50	2,58	120	105	164	0,120
	2015	6,6	2,12	3,65	159	106	157	0,130
	2016	6,9	1,90	3,27	105	136	129	0,153



3. Botanické hodnocení porostů vyšetých na hrázích rybníků

Tři nejhojněji se vyskytující druhy (*Lolium perenne*, *Poa pratensis* a *Trifolium repens*) – vyznačené v tabulce červeně – byly vysety v rámci zkoušených směsí a vyskytly se ve všech směsích na všech lokalitách. Tato skutečnost ukazuje na úspěšnost těchto druhů a lze je proto doporučit pro směsi na hráze rybníků.

Na základě analýzy se celkem jasně a signifikantně vylišila skupina snímků pocházejících z lokality Stálkov (11-15), které se odlišovaly od předešlých dvou lokalit především výrazně vyššími počty zaznamenaných rostlinných druhů. Modře jsou vyznačeny druhy, které odlišovaly právě lokalitu Stálkov (tab. 9). Jedná se ale o plevelné druhy, nikoliv o cílové druhy obsažené ve zkoušených směsích. Naopak, na lokalitě Stálkov se nevyskytovala přeslička rolní (*Equisetum arvense*), která jinak byla nalezena na obou dalších lokalitách ve všech směsích. Žádné statisticky významné odlišnosti ve druhovém složení jednotlivých vyšetých směsí na sledovaných lokalitách nebyly zjištěny.

I v pokryvnostech nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. Na pokryvnost směsí mělo mnohem větší vliv mikrostanoviště (půdní typ a druh, osluněnost, vlhkost), nežli typ vyseté směsi.

Pokud shrneme tříleté období a porovnáme všechny tři lokality, tak zjistíme, že dobře se ve směsích uplatnily vyseté druhy *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense*, *Trifolium pratense*, poměrně dobře se uplatnily i druhy *Medicago sativa* a *Trifolium pratense*. Poměrně špatné uplatnění ve vyšetých směsích bylo zjištěno u druhu *Festuca ovina*. Jedná se o druh konkurenčně slabý, který uplatnění nalezne nejvíce na suchých a živinami chudých lokalitách. Nejčastěji se vyskytující ruderalní druhy byly *Calamagrostis epigejos*, *Equisetum arvense*, *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Taraxacum officinale* agg., *Lapsana communis*, *Myosotis arvensis*, *Tripleurospermum inodorum*, *Lupinus polyphyllus*, *Capsella bursa-pastoris* a *Rumex obtusifolius*. Důležitou skupinou trav, a to i z hlediska obnovy vegetace hrází po disturbanci nebo postřiku herbicidem, jsou druhy přirozeně rostoucí na hrázích *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca arundinacea*, *F. pratensis* a *F. rubra* agg.



Tab. 9: Fytocenologické snímky zapsané na hodnocených lokalitách

(průměrné hodnoty pokryvnosti za roky 2014-2016)

Číslo snímku	11111	1
	54312	6972143058
<i>Lolium perenne</i>	22333	2224325322
<i>Poa pratensis</i>	+21++	21222++112
<i>Trifolium repens</i>	+1111	+++12+++++
<i>Lapsana communis</i>	++.	++.
<i>Myosotis arvensis</i>	+r+.	r.
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	+r.	r.
<i>Lupinus polyphyllus</i>	rr++.	rr++.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.2212	.2212
<i>Festuca arundinacea</i>	222..	.3..4.233
<i>Galium aparine</i>	+1.r.	+1.r.
<i>Rumex acetosella</i>	+..+2	+..+2
<i>Festuca rubra</i> agg.	.2.32	323121....
<i>Scrophularia nodosa</i>	..+1+	..+1+
<i>Equisetum arvense</i>	....	111212+11+
<i>Urtica dioica</i>	++.	+..1r.+.
<i>Elytrigia repens</i>	....	.1+++..1
<i>Aster lanceolatus</i>	....	..r+++.
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	..++	+.....+
<i>Bistorta major</i>	....	+++.....+
<i>Phleum pratense</i>	2....	22.
<i>Festuca ovina</i> agg.	..1.	2....1....
<i>Epilobium angustifolium</i>	....	..+.....2.+
<i>Silene latifolia</i>	....	..+1....
<i>Humulus lupulus</i>	....	..r1..+.
<i>Trifolium pratense</i>	2....	2.
<i>Tanacetum vulgare</i>	+..+	+..+
<i>Salix fragilis</i>	+...+	+...+
<i>Dactylis glomerata</i>	+....	2.
<i>Vicia tetrasperma</i>	r..+	.....
<i>Artemisia vulgaris</i>	r....	+
<i>Medicago sativa</i>	.2..	1....
<i>Veronica arvensis</i>	..+.	.....
<i>Geranium pusillum</i>	.r..	+
<i>Ranunculus repens</i>	..21.	.....
<i>Cirsium arvense</i>	..2.1	.....
<i>Achillea millefolium</i> agg.	..12.	.....
<i>Rumex crispus</i>	..++	.....
<i>Epilobium tetragonum</i>	....	r+.....
<i>Solidago gigantea</i>	....	..r.+....
<i>Lamium album</i>	....	..r.+....
<i>Alopecurus pratensis</i>	....	.....1.1
<i>Senecio viscosus</i>	1....	.....
<i>Ajuga genevensis</i>	+....	.....
<i>Cerastium holosteoides</i>	r....	.....
<i>Sambucus nigra</i>	.r..	.....
<i>Aegopodium podagraria</i>	..+	.....
<i>Tragopogon pratensis</i>	..r..	.....
<i>Chelidonium majus</i>	..r..	.....
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	..2.	.....
<i>Veronica chamaedrys</i>	..+.	.....
<i>Sonchus oleraceus</i>	..r..	.....
<i>Centaurea jacea</i>	1	.....
<i>Erodium cicutarium</i>	....+	.....
<i>Lamium purpureum</i>	r	.....
<i>Arrhenatherum elatius</i>	....	..1....
<i>Bromus sterilis</i>	....	..+....
<i>Vicia villosa</i>	....	..+....
<i>Valerianella locusta</i>	....	..r....
<i>Rubus caesius</i>	....	..r....

Z hlediska praktických doporučení pro obnovu travních porostů na hrázích rybníků je vhodné vybírat více druhů trav a jetelovin. Jejich úspěšnost se liší mezi jednotlivými lokalitami, mezi



jednotlivými roky (klimatické podmínky) i mezi jednotlivými částmi hráze. Velmi důležitý je již výše zmiňovaný vliv mikrostanovišť. Z testovaných směsí se zatím nejlépe osvědčily směs na hráze na suchá stanoviště a směs na hráze na vlhká stanoviště. V obou směsích převládají produkční a konkurenčně silné druhy trav a jetelovin, které se dobře uplatňují na hrázích, zejména během počátečních vývojových stadií.

Hodnocení nadzemní biomasy vyrostlé na experimentálních plochách

V květnu let 2014, 2015 a 2016 byly ze všech směsí na všech lokalitách odebrány vzorky na rozbor biomasy. Vzorky dosahovaly velmi dobré kvality sena a tudíž je předpoklad, že i z hlediska využití, ať už jako krmivo pro dobytek nebo pro výživu ryb, tak i pro bioplynové stanice nebo kompostování, by byly vhodné.

Na základě vyhodnocení protokolů lze konstatovat, že kvalita sena získaného na experimentálních lokalitách byla hodnocena téměř vždy stupněm II – velmi dobré.

Celkově lze vyhodnotit sklizené vzorky sena získané ze směsí pěstovaných na hrázích rybníků jako ty, které dosáhly velmi dobré kvality v celkovém hodnocení. Mezi zkoušenými směsmi nebyly z hlediska kvalitativního nalezeny žádné statisticky významné rozdíly.

Celkové zhodnocení

Pokud shrneme tříleté období monitoringu vegetace a porovnáme všechny tři lokality, tak zjistíme, že dobře se ve směsích uplatnily vyseté druhy *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense*, *Trifolium pratense*, poměrně dobře se uplatnily i druhy *Medicago sativa* a *Trifolium pratense*. Poměrně špatné uplatnění ve vysetých směsích bylo zjištěno u druhu *Festuca ovina*. Nejčastěji se vyskytující ruderalní druhy byly *Calamagrostis epigejos*, *Equisetum arvense*, *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Taraxacum officinale* agg., *Lapsana communis*, *Myosotis arvensis*, *Tripleurospermum inodorum*, *Lupinus polyphyllus*, *Capsella bursa-pastoris* a *Rumex obtusifolius*. Důležitou skupinou trav, a to i z hlediska obnovy vegetace hrází po disturbanci nebo postřiku herbicidem, jsou druhy přirozeně rostoucí na hrázích *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca arundinacea*, *F. pratensis* a *F. rubra* agg.

Co se týče kvality sklizené biomasy, tak celkově lze vyhodnotit hodnocené směsi jako velmi kvalitní, kdy sklizené vzorky sena získané z různých směsí pěstovaných na hrázích rybníků dosáhly vždy velmi dobré kvality v celkovém hodnocení. Mezi zkoušenými směsmi nebyly z hlediska kvalitativního nalezeny žádné statisticky významné rozdíly.



Nejvhodnějším doporučením, týkajícím se údržby takto založených porostů, je každoroční kosení s následným odvozem biomasy. U extenzivních směsí postačuje kosení dvakrát ročně, u intenzivních jsou potřeba tři seče. Nevhodné je mulčování porostů, ale je to určitě lepší alternativa, nežli ponechání ploch ladem, kdy se velmi rychle začnou šířit ruderalní a invazní druhy rostlin a plochy začnou zarůstat křovinami a stromy.

V případě hnízdění ptáků v pobřežních porostech, je potřeba seč oddálit až do období po vyvedení mláďat. Dále je s ohledem na potravní zdroje a úkryt živočichů vhodné seč pobřežních porostů a hrází rybníků provádět postupně, v různých termínech tak, aby byly zajištěny tyto zdroje a úkryty pro živočichy.

IV. Závěry

Pedologie

Z pohledu pedologie odpovídaly fyzikální a chemické vlastnosti půdy na hrázích jejich složení. Na stanovišti Sobotky u Hodonína – rybník Rohatce a Stálkov – rybník Horní Šatlava byly zjištěny nejlepší fyzikální vlastnosti u travní směsi Extenzivní směs na hráze na suchá stanoviště, kdežto na stanovišti v Křižanově – rybník Podhorský u travní směsi Extenzivní směs na hráze na sešlapávaná místa a Intenzivní směs na hráze na vlhká stanoviště. Chemické vlastnosti odpovídaly zrnitostnímu složení hrází a klimatickým podmínkám. Rozdíly mezi variantami byly patrné pouze u půdní reakce, což odpovídalo podmínkám stanoviště a kořenového systému travních porostů.

Co se týče vodní eroze půdy, nebyla zjištěna eroze na žádné sledované lokalitě u žádné varianty. Je tedy jasné, že dobře zapojený travní porost na hrázích rybníků zabraňuje odnosu povrchové půdní vrstvy a tím rozrušování hrází.

Botanika

Z hlediska praktických doporučení pro obnovu travních porostů na hrázích rybníků je vhodné vybírat více druhů trav a jetelovin, jejich úspěšnost se liší mezi jednotlivými lokalitami, mezi jednotlivými roky (klimatické podmínky) i mezi jednotlivými částmi hráze. Velmi důležitý je vliv mikrostanovišť. Z testovaných směsí se zatím nejlépe osvědčily směs na hráze na suchá stanoviště a směs na hráze na vlhká stanoviště. V obou směších převládají produkční a konkurenčně silné druhy trav a jetelovin, které se dobře uplatňují na hrázích, zejména během počátečních vývojových stadií. V případě požadavku na nižší produkci biomasy ze



zasetých směsí, jsou mnohem vhodnější směsi extenzivní. Protože v praxi je většinou problém z využitím získané biomasy, tak lze doporučit pro praktické využití právě tyto směsi.

V. Srovnání novosti postupů

Získané výsledky doplňují stávající poznatky o vhodných travních směsích, které se vysévají na hrázích rybníků. Na základě vyhodnocení protokolů lze doporučit nejvhodnější travní směs na daná stanoviště podle složení hrází a klimatických podmínek.

V metodice jsou uvedeny výsledky z fyzikálních a chemických hodnocení zeminy na hrázích rybníků a botanické vyhodnocení různých travních směsí v odlišných klimatických podmínkách, které jsou použitelné v podmínkách ČR.

VI. Popis uplatnění metodiky

Uplatnění výsledků této metodiky je možné ve vodohospodářství, rybníkářství, ale i v ekologickém i konvenčním zemědělství a ochraně přírody a krajiny. Předpokládá se, že budou využity travní směsi vhodné pro dané stanoviště podle klimatických a půdních podmínek tak, aby byla plně využita funkčnost travního porostu vzhledem k ochraně hrází. Nabídka a složení směsí je pestrá a umožňuje zvolit optimální poměr trav vhodných pro určené stanoviště. Dojde tak k souladu mezi zemědělstvím a životním prostředím s důrazem na zachování krajinného rázu a ekosystému.

VII. Potřebnost a aktuálnost projektu

Vzhledem k současnému stavu krajiny a poklesu biodiverzity, zejména té člověkem využívané (včetně rybníků), výsledky přispějí k poznání závislosti jednotlivých složek biodiverzity a tím k jejich efektivnímu využití. Výsledné závěry budou zobecnitelné nejen na území České republiky a budou zároveň využitelné v rybníčním hospodaření i v ochraně přírody a krajiny. Vzhledem k současnému stavu považujeme řešení tohoto projektu za jednu z možností eliminace těchto negativních trendů a jednu z cest k posílení konkurenceschopnosti českého rybníkářství.

VIII. Ekonomické vyhodnocení

Pokud bereme ekonomické aspekty zakládání porostů na hrázích rybníků, musíme si uvědomit, že převážnou většinu nákladů bude tvořit lidská práce. V kalkulaci nejsou uvažovány terénní úpravy stávajících hrází a budování nových rybníků a hrází, které nebyly předmětem našeho výzkumu. Co se týče lidské práce, tak průměrné náklady na práci



dělnických profesí se mohou pohybovat kolem 200,- Kč na hodinu, včetně zákonných odvodů, v případě kvalifikovaných pracovníků je tato částka vyšší, až k 300 Kč na hodinu. Co se týká vstupních nákladů, budou poměrně velkou část nákladů tvořit náklady na pořízení osiva. Při ceně osiva námi navrhovaných směsí od 90,- do 120,- Kč / kg a výsevu při ručním výsevu kolem 40 kg / ha se dostaneme na cenu 3600 – 4800 Kč / ha. V další fázi pak budou významnou položku představovat náklady na sečení, a to buď ručně za použití křovinořezů nebo mechanizačně, nejčastěji za použití traktoru s ramenem nesoucím sekačku nebo mulčovač (bude podrobněji rozpracováno v další metodice).

Z hlediska pedologie a protierozního efektu budou významnými aspekty zejména zachování půdní struktury a pevnosti hráze díky zajištění pokryvu půdy trvalými travními směskami. Vzhledem k tomu, že odnos půdy je hodnocen průměrně 350,- Kč/m³ je hodnota udržitelnosti půdní struktury vysoká.

Předpokládá se, že přínosy u budoucích uživatelů výsledků do 5 let budou tržby z prodeje osiv, technických prostředků na úpravu hrází, služeb rybářským společnostem cca 2000 tis. Kč a zisk z prodeje osiv, technických prostředků na úpravu hrází, služeb rybářským společnostem 200 tis. Kč.

IX. Seznam použité související literatury

- Badalíková B., Hrubý J., 2007: Meziplodiny proti erozi při pěstování kukuřice. (Intercrops against erosion by maize growing), Farmář 1/2007, s. 26-27
- Carsel R. F., Parrish R.S., 1988: Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics, Water Resources Research 24, pp. 755–769.
- Císlerová, M., Vogel, T. (2008). Transportní procesy ve vadózní zóně. Skriptum ČVUT Praha, s. 111.
- Decagon Devices Inc., 2010: Mini Disk Infiltrometer – Model S, User's manual Version 8, Pulman WA, USA.
- Genuchten Van M. TH., 1980: A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, Soil Science Society of America Journal 44, pp. 892–898.
- Gliński, J., Lipiec, J. 1990. Soil Physical Conditions and Plant Roots. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 250 pp.
- Janeček a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika. Česká zemědělská univerzita Praha, 113 s.



- Pohl C., Vavrina L. 2008. Stability evaluation of dikes along the North-sea at wave overtopping. Chinese-German Joint Symposium on Hydraulic and Ocean Engineering, p. 83-87.
- Takashi T., Yamamoto T. 2010. An attempt at soil profiling on a river embankment using geophysical data. Exploration Geophysics, 41 (1): 102-108.
- Zhang R., 1997: Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer, Soil Science Society of America Journal 61, pp. 1024–1030.

X. Seznam publikací předcházejících metodice

- Badalíková B., Bartlová J., Červinka J., Pospíšil J., 2015: Influence of mechanized harvesting of biomass on soil compaction of pond dikes. In Sb. a CD Technoforum 2015 „New Trends in Machinery and Technologies for Biosystems“, Ráčkova dolina, Slovensko, 13.-15.5. 2015, s. 25-29 sborník: ISBN 978-80-552-1326-2 CD: ISBN 978-80-552-1325-5
- Badalíková B., Bartlová J., Vymyslický T., Červinka J., 2014: Sledování změn infiltrační schopnosti půdy při různém ozelenění hrází rybníků. In CD: Rožnovský, J., Litschmann, T., Středa, T., Středová, H., (eds): Konference Extrémy oběhu vody v krajině. Mikulov, 8. – 9.4.2014, s.1-8 ISBN 978-80-87577-30-1
- Badalíková B., Bartlová J., Vymyslický T., 2014: Změny v utužení půdy při různém vysetí travních směsí na hrázích rybníků. Úroda 12, roč. LXII, vědecká příloha, s. 307–310 ISSN 0139-6013
- Badalíková B., Bartlová J., Vymyslický T., 2014: Různé travní směsi na hrázi rybníku ovlivňují vsak vody do půdy. Úroda 11, roč. LXII, s. 37-39 ISSN 0139-6013
- Badalíková B., Bartlová J., Vymyslický T., 2014: Infiltrační schopnost hrází rybníků. In Sb.: Říční krajina 10, Brno 2014, s. 3-8. ISBN 978-80-260-7099-3
- Badalíková B., Novotná J., 2016: Sledování utužení půdy na hrázích rybníků při pěstování různých travních směsí. Úroda 12, roč. LXIV, vědecká příloha, s. 317-320 ISSN 0139-6013
- Badalíková B., Novotná J., Vymyslický T., Červinka J., 2015: Infiltrační a protierozní efekt výsevu různých travních směsí na hrázích rybníků. Vodohospodářská konference Vodní nádrže 2015, 6. – 7. Října 2015, s. 140-142
- Badalíková B., Novotná J., Vymyslický T., Červinka J., 2015: Vliv různých travních směsí na půdní infiltraci. Úroda 12/2015, roč. LXIII, vědecká příloha, s. 231-234 ISSN 0139-6013



- Novotná J., Badalíková B., 2016: The influence of grass species composition on fishpond dikes on soil infiltration. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.*, 64 (5): 1619-1623 ISSN 1211-8516.
- Pospíšil J., Červinka J., 2016: Technicko-ekonomické aspekty údržby rudérálních ploch. *Úroda* 12, roč. LXIV, vědecká příloha, s. 405-408 ISSN 0139-6013
- Semanová I., Vymyslický T., 2013: Výsledky monitoringu travních porostů vybraných hrází rybníků, říek a poldrov. *Úroda* 12 (vědecká příloha): 332-335 ISSN 0139-6013
- Vymyslický T., Badalíková B. (2015): The importance of vegetation on fishpond dykes in the Czech Republic. – In: *Conference Proceedings of the 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015 Albena, Section Ecology and Environmental Protection*, 921-926. 262 ISBN 978-619-7105-37-7, ISSN 1314-2704

XI. Dedikace, jména oponentů

Certifikovaná metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu č. QJ1220029 pod názvem „Zakládání a údržba porostů hrází rybníků s ohledem na jejich využití“, pod záštitou MZe ČR, NAZV - KUS.

Oponenti:

Ing. Michaela Budňáková – MZe ČR

Ing. Štěpán Lang, Ph.D. – soukromý podnikatel v rybářství

Přílohy – fotodokumentace:



Obr. 4: Experimentální lokalita Hodonín – rybník Rohatec



Obr. 5: Experimentální lokalita Křižanov – rybník Podhorský



Obr. 6: Experimentální lokalita Stálkov u Slavonic – rybník Horní Šatlava



Obr. 7: Vzrostlá intenzivní směs na hráze na vlhká stanoviště – rybník Podhorský





Vydal: Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Troubsko
Náklad: 300 výtisků
Tisk: REIS – reklamní studio, Traubova 12, Brno
Grafická úprava: Radomír Lejska
Autoři fotografií: Barbora Badalíková, Tomáš Vymyslický

ISBN 978-80-88000-09-9

[illegible]