

Promrzání půdy a výška sněhové pokrývky na stanici Pohořelice

The depth of soil freezing and snow cover in Pohořelice

Petra Fukalová¹, Hana Středová², Marta Vaničková³, Tomáš Středa⁴

*FRRMS MENDELU v Brně Fukalová¹; AF MENDELU v Brně^{2,4}, eGON Centrum ORP
Rosice³*

Abstrakt

Příspěvek prezentuje výsledky hodnocení promrzání půdy a sněhové pokrývky v Pohořelicích. Agroklimatologická stanice Pohořelice leží v nivě řeky Jihlavy v nadmořské výšce 180 m n. m. Promrzání půdy, resp. hloubka promrzání půdy v zimním období má vliv na vývoj rostlin a kromě zemědělství hraje významnou roli i ve stavitelství. Promrzání půdy se určuje buď přímým měřením půdním mrazoměrem nebo interpolací z grafu průběhu teplot půdy. Pro hodnocení byla použita data naměřená na stanici Pohořelice v letech 1971-2006. První promrzání půdy v průměru nastává 23.11. a trvá 126 dní. Průměrná hloubka promrzání půdy je 7 cm a průměrná výška sněhu 2 cm. První sněhová pokrývka se v průměru vyskytuje 22.11. a její nepřetržitý výskyt je v průměru zaznamenán 110 dní. Nejvíce dnů se sněhem bylo zaznamenáno v 70. letech.

Klíčová slova: promrzání půdy, půdní mrazoměr, sněhová pokrývka

Abstract

The paper presents the results of soil freezing and snow cover evaluation in Pohořelice. The agroclimatological station of Pohořelice which was chosen for the analysis of soil freezing is located in the floodplain of the Jihlava river at the altitude of 180 m a. s. l. The depth of frozen soil is important not only for the plant development but also for the building industry. The depth of frozen soil is measured directly by a soil frost tube or estimated indirectly from diagrams of soil temperature according to the isotherm of 0 °C. The evaluation is based on the data from agroclimatological station of Pohořelice (1971-2006). The first period of soil freezing starts around November, 23 and lasts 126 days. The average depth of soil freezing is 7 cm and the average depth of snow cover is 2 cm. The first snow cover occurs around November, 22 and it lasts 110 days. The most days with snow cover was recorded in the 70's.

Keywords: soil freezing, frost tube, snow cover

Úvod

Pro řadu agronomických a fenologických účelů, pro kvantifikaci půdní respirace, mikrobiální transformace síry a dusíku apod. je nezbytná analýza průběhu *půdních teplot*. Znalosti týkající se teploty půdy jsou nepostradatelné pro modelování růstu a vývoje rostlin i pro predikci výskytu patogenů a škůdců. Pro tyto účely se zpravidla používají údaje o teplotě půdy zaznamenané na standardních klimatologických stanicích, které se však mohou výrazně lišit od půdních teplot pod porosty polních plodin. Při vývoji porostního mikroklimatu hrají důležitou roli tvary, rozměry a geometrické struktury porostů konkrétních druhů rostlin (MATĚJKA A HUZULÁK, 1987; CHELLE A KOL., 2009.) Stejně tak různé systémy zpracování půdy mohou ovlivnit teplotu půdy a tím i růst a vývoj zemědělských plodin (HE A KOL., 2012).

Zimní období v našich klimatických podmínkách je charakteristické poklesem půdních teplot pod bod tuhnutí, čímž následně dochází k *promrznutí půdy*, které je podle SOBÍŠKA A KOL. (1993) definováno jako tuhnutí půdního roztoku při poklesu teploty pod jeho bod mrznutí. Hloubka promrznutí půdy je ovlivněna dobou trvání a intenzitou mrazů, pokrytím povrchu půdy sněhem, vegetací apod. a způsobem jejího agrotechnického zpracování. BOUŠKOVÁ (1961) odvozovala promrznutí podle průběhu průměrné teploty půdy 0 °C. Obdobně postupoval LEDNICKÝ (1979) a další. Pomrznutím půdy v ČR se zabývali též POKLADNÍKOVÁ, ROŽNOVSKÝ A DUFKOVÁ (2006) a STŘEDOVÁ, FUKALOVÁ A STŘEDA (2012). Z biologického hlediska je promrznutí půdy součástí období vegetačního klidu, ale na přezimující zemědělské plodiny může mít i negativní dopady. Významný pokles teploty půdy často způsobuje poškození nebo dokonce zničení rostlinných orgánů, tedy vymrznutí. Při střídání kladných a záporných hodnot teploty dochází k porušení rostlinných kořenů.

Promrznutí půdy se určuje buď interpolací z grafu průběhu teplot půdy nebo přímým měřením půdním mrazoměrem. Při měření půdním mrazoměrem se provádí měření a zápis jednou denně a to v 7:00 ráno. Hloubka promrznutí se ověřuje hmatem s přesností na celé centimetry. Mrazoměr bývá umístěn na měrném pozemku stanice do půdy pod trávník na nezastíněné místo, nejlépe vedle půdních teploměrů. Dále je možno určovat promrznutí půdy na základě průběhu teplot půdy. Na stanicích ČHMÚ se teplota půdy měří v pozorovacích termínech 7:00, 14:00 a 21:00 SMC v hloubkách 5, 10, 20, 50 a 100 cm. Pro měření teploty půdy se používají dva typy teploměrů. Zahnutý teploměr, trvale umístěný v zemi, s rozsahem -30 °C až +45 °C pro měření v malých hloubkách je konstruován hlavně pro měření v 5, 10 a 20 cm. Hloubkové rtuťové teploměry s rozsahem -25 °C až +35 °C, jsou na stanicích ČHMÚ

používány pro měření půdní teploty v hloubce 50 a 100 cm. Vyhodnocení v tomto příspěvku vychází z přímého měření promrzání půdy půdním mrazoměrem.

Materiál a metody

Agroklimatologická stanice Pohořelice leží v nivě řeky Jihlavy v nadmořské výšce 180 m n. m. Průměrná roční teplota vzduchu je 9,0 °C, roční srážkový normál 480 mm. Pedologické charakteristiky stanice Pohořelice jsou prezentovány v Tab. 1. a 2. Půdní typem je zde fluvizem stratifikovaná (Fluvisols – WRB 2006). Svrchní část profilu (10 cm) je ovlivněna drnem (drobtovitá struktura), obsah částic menších než 0,01 mm je 31 % (půda hlinitá), následuje asi 50 cm mocná vrstva (od 10 cm do 60 cm) jež je v dolní části ovlivněna vodou (Fe-Mn bročky). S hloubkou klesá obsah jílnatých částic z původních cca 30 % (horizont M I a M II) po cca 6 % (D horizont). Je zde díky tomu snížený bod vadnutí. S hloubkou rovněž klesá pórovitost tj. klesá využitelná vodní kapacita a retenční vodní kapacita.

Tab. 1 Základní charakteristiky půdního profilu

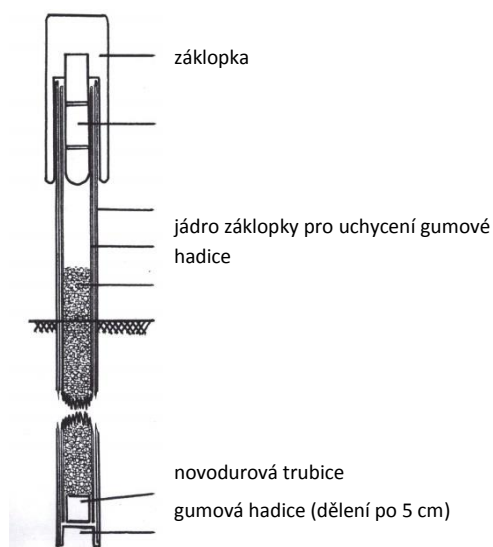
Mocnost (cm) Index genetického horizontu	Barva za sucha / za vlhka	Půdní druh	Struktura	Vlhkost	Jiné znaky
0 - 10 Ad	hnědá	H	humózní drobtovitá drnovina	čerstvě vlhká až suchá	se silným prokořeněním
10 - 40 IM	hnědá	PH	slabě humózní drobtovitá	čerstvě vlhká	
40 - 60 IIM	světle hnědá	PH	polyedrická	čerstvě vlhká	ojedinele bročky Fe a Mn
60 - 100 D	světle rezivohnědá	hrubý písek	nesoudržný	čerstvě vlhký	prokořenění do 60 cm

Tab. 2 Základní fyzikální parametry půdy

Hloubka cm	Obsah zrn < 0,01 / Pórovitost	Retenční vodní kapacita	Bod vadnutí	Využitelná vodní kapacita mm
	% obj.			
10	31,28/49,69	36,74	13,38	23,36
20	31,28/49,69	36,74	13,38	23,36
30	26,80/47,31	39,93	12,04	27,89
40	26,80/47,31	39,93	12,04	27,89
50	29,48/41,92	32,01	12,84	19,17
60	29,48/41,92	32,01	12,84	19,17
70	6,16/38,42	15,74	5,84	9,90
80	6,16/38,42	15,74	5,84	9,90
90	6,16/38,42	15,74	5,84	9,90
100	6,16/38,42	15,74	5,84	9,90

Určování hloubky promrzání půdy pomocí půdního mrazoměru

Měření a zápis se provádí jednou denně v 7:00 ráno, a to po čtení půdních teploměrů. Hloubka promrznutí se ověřuje hmatem s přesností na celé centimetry. Půdní mrazoměr (Obr. 1) je tvořen gumovou hadicí se stupnicí po 5 cm, která je naplněna pruhem pěnové gumy a destilovanou vodou. Tato hadice se zasouvá do ochranné novodurové trubky trvale zapuštěné v zemi. Hloubka zapuštění trubky je dána ryskou. Mrazoměr se umísťuje na měrném pozemku stanice do půdy pod trávník na nezastíněné místo, nejlépe vedle půdních teploměrů.



Obr.1 Schéma půdního mrazoměru (SLABÁ, 1972)

Měření *výšky sněhové pokrývky* se provádí také v 7 hodin ráno. Celková výška sněhové pokrývky i nově napadlého sněhu se určuje s přesností na celé centimetry. K měření výšky celkové sněhové pokrývky se používá přenosná, popřípadě pevná sněhoměrná lať. Výška sněhu napadlého od posledního měření se zjišťuje pomocí sněhoměrného prkénka.

Vodní hodnota sněhu (SVH) se zjišťuje každé pondělí v 7:00 v případě výskytu souvislé sněhové pokrývky o výšce minimálně 4 cm. SVH označuje množství vody obsažené ve sněhové pokrývce, které vznikne jejím úplným rozpuštěním.

Výsledky a diskuze

K hodnocení na Obr. 2 a 3 a v Tab. 3 byly přiřazeny i hodnoty denní minimální teploty vzduchu (TMI) měřené pomocí minimálního teploměru. Výsledky jsou zpracovány pro 34 chladných období (1.11. až 30.4) od 1971/1972 do 2005/2006 (Tab. 3, Obr. 2 a 3), resp. 1961/1962 až 2000/2001 (1.10. do 30.4.) – Obr. 2 až 6.

Tab. 3 Vyhodnocení charakteristik zimního období

Promrzání půdy	celkem [dny]	126 (23.11.–27.3.)
	nepřetržitě [dny]	126 (23.11.–27.3.)
	průměrná hodnota [cm]	7
	maximální hodnota [cm]	55
Sněhová pokrývka	celkem [dny]	113 (22.11.–17.3.)
	nepřetržitá [dny]	110 (14.12.–15.3.)
	průměrná hodnota [cm]	2
	maximální hodnota [cm]	31
TMI < 0 °C	celkem [dny]	114 (19.11.–7.3.)
	trvale [dny]	109 (19.11.–7.3.)
	průměrná hodnota [°C]	–0,8
	minimální prům. hodnota [°C]	–5,3
	absolutní minimum [°C]	–29,6

POZN:

Promrzání půdy a sněhová pokrývka:

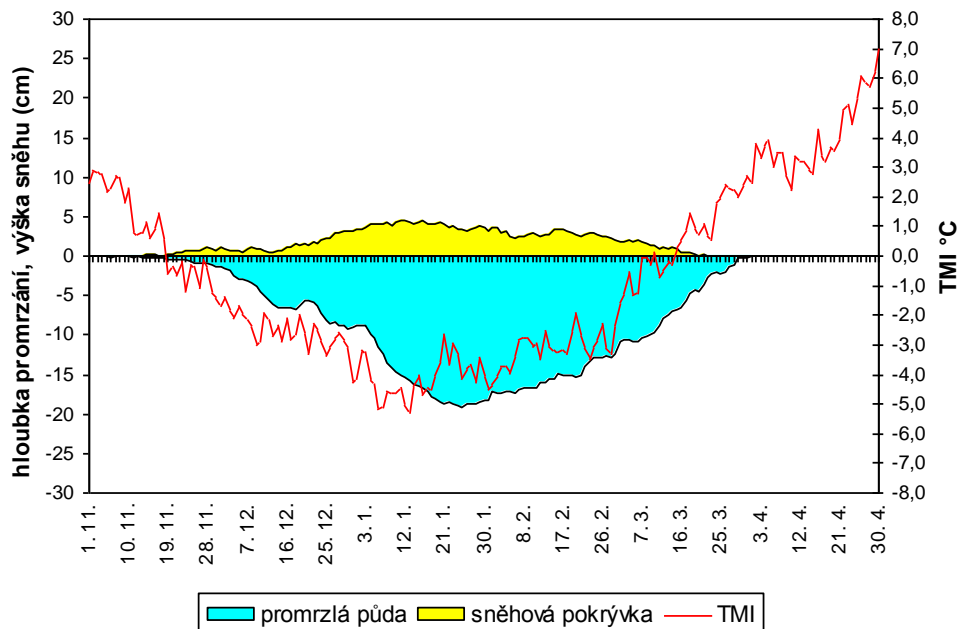
- celkem: průměrný počet dnů, kdy v období 1.11. až 30.4. let 1971–2006 došlo k promrznutí půdního profilu, resp byl zaznamenán výskyt sněhové pokrývky
- nepřetržitě/á: průměrná délka období, kdy byla půda nepřetržitě promrzlá, resp pokrytá sněhem
- průměrná hodnota: průměrná hloubka promrzání půdy, resp výška sněhové pokrývky v období 1.11. až 30.4. let 1971–2006 na vybrané klimatologické stanici
- maximální hodnota: absolutní maximum hloubky promrznutí půdy, resp výšky sněhové pokrývky ve sledovaném období

TMI < 0 °C:

- celkem [dny]: průměrný počet dnů, kdy byla v období 1.11. až 30.4. let 1971–2006 denní TMI menší než 0 °C
- trvale [dny]: průměrná délka období, kdy denní TMI trvale poklesne pod 0 °C
- průměrná hodnota [°C]: průměrná hodnota TMI v období 1.11. až 30.4 let 1971–2006
- minimální průměrná hodnota [°C]: minimální hodnota průměrných denních TMI vzduchu
- absolutní minimum [°C]: absolutně nejnižší hodnota TMI za sledované období

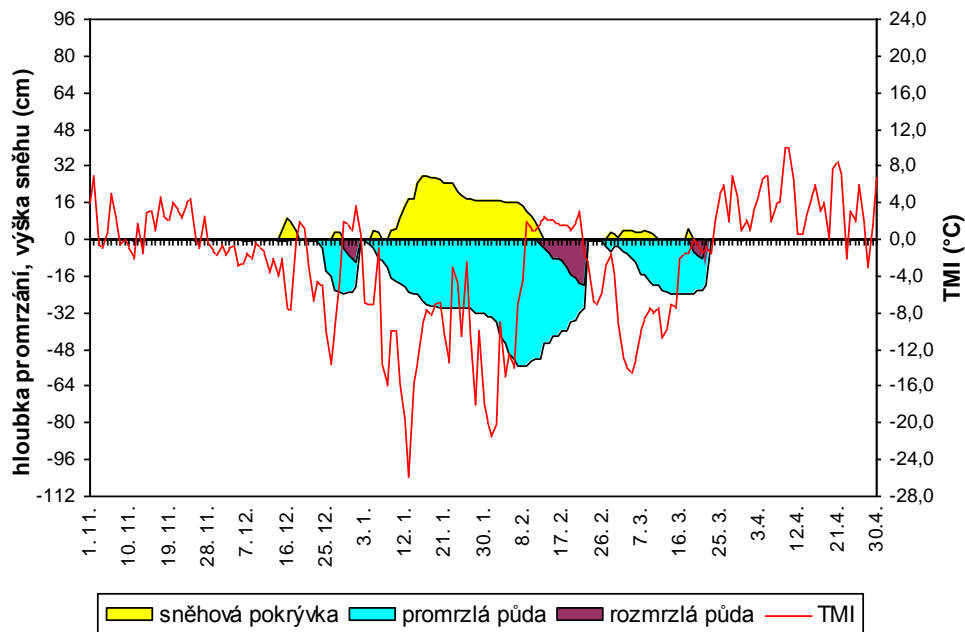
Během sledovaného období dochází k trvalému poklesu TMI průměrně od 19.11. do 7.3. První výskyt promrzání půdy v průměru nastává 23.11. a koresponduje s nástupem jejího nepřetržitého promrzání (Obr. 2). Toto období trvá 126 dní končí 27.3., kdy byl zaznamenán poslední výskyt promrznutí půdy. Nepřetržitě promrzání nastupuje o 4 dny později než klesnou teplotní minima vzduchu pod bod mrazu a končí o 20 dnů později než minimální teplota vzduchu vystoupí nad 0 °C. Průměrná hloubka promrzání půdy je 7 cm, průměrná výška sněhu 2 cm. První sněhová pokrývka se v průměru vyskytuje 22.11. Průměrná nepřetržitá doba trvání sněhové pokrývky je 110 dní (14.12. až 15.3.). Celkový počet dní se sněhovou pokrývkou je 113. Suma minimálních teplot vzduchu dosahuje v průměru –136 °C, záporných minimálních teplot –313 °C.

Maximální hloubka promrznutí půdy (55 cm) byla dosažena celkem v devíti dnech: 24. a 25.1.1979, 7. až 9.2.1987 a 13. až 16.2.1996. Maximální výška sněhu, 31 cm, byla během sledovaného období zjištěna ve dvou dnech, a to 16. a 17.1.1985.



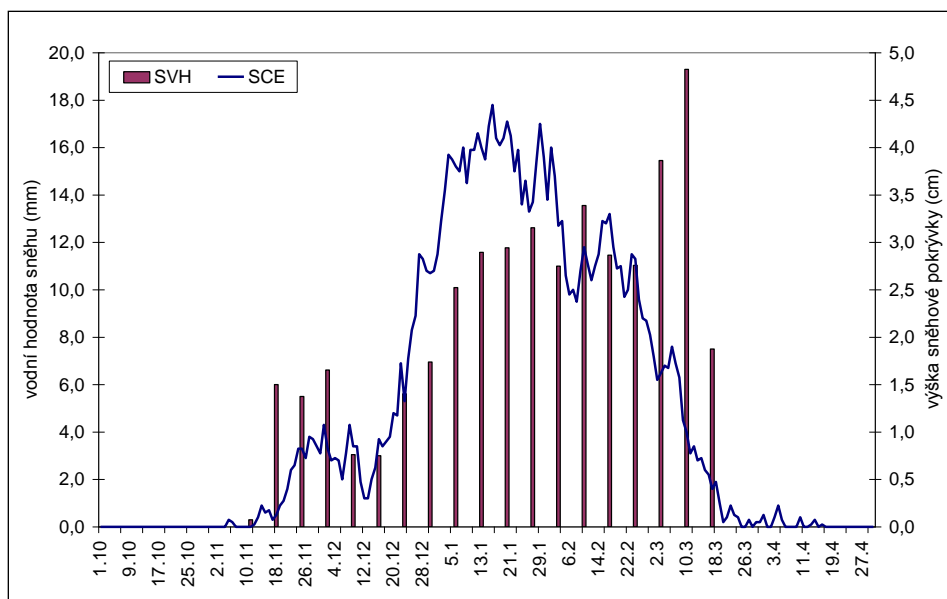
Obr. 2 Průměrná hloubka promrznutí půdy, průměrná SCE a TMI na stanici Pohorelice za období 1971-2006

V chladném období 1986/1987 (Obr. 3) dochází počátkem února k promrznutí půdy až do hloubky 55 cm. Průměrná hloubka promrznutí půdy v tomto období je 12 cm, což je téměř dvojnásobek dlouhodobého průměru. První promrznutí půdy bylo zaznamenáno 11.11., poslední 30.3. K nepřetržitému promrznutí dochází na 80 dní, od 3.1. do 23.3. Minimální denní teplota vzduchu klesá pod 0 °C ve 103 dnech a dosahuje průměrné hodnoty -2,6 °C. Nejvyšší pokles byl zaznamenán v polovině ledna, kdy došlo k poklesu až na -25,8 °C a počátkem února. Následuje několikadenní vzestup teplotních minim až na 3 °C, které způsobilo roztátí svrchní vrstvy půdy. Minimální teploty vzduchu vystupují nad 0 °C koncem března. V této době končí i období promrznutí půdy. Maximální hodnota TMI 10 °C byla dosažena 9. a 10.4. Suma teplotních minim za období 1986/1987 dosáhla -474,8 °C, pouze záporných -721,2 °C. Průměrná výška sněhové pokrývky v období 1986-1987 činí 4 cm, s prvním výskytem 15.12. a posledním 18.3. Počet dnů s výskytem sněhové pokrývky je 55, nepřetržitě se sníh na této lokalitě vyskytuje nejdéle 35 dní. Maximální hodnota výšky sněhové pokrývky (28 cm) 16. a 17.1.

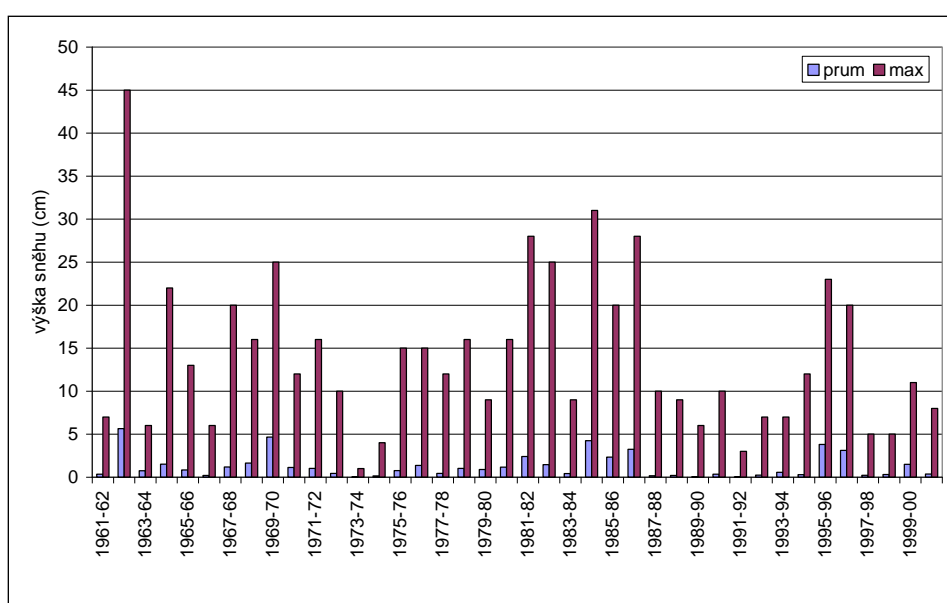


Obr. 3 Maximální hloubka promrzání půdy, SCE a TMI na stanici Pohořelice za období 1971-2006, zima 1986/1987

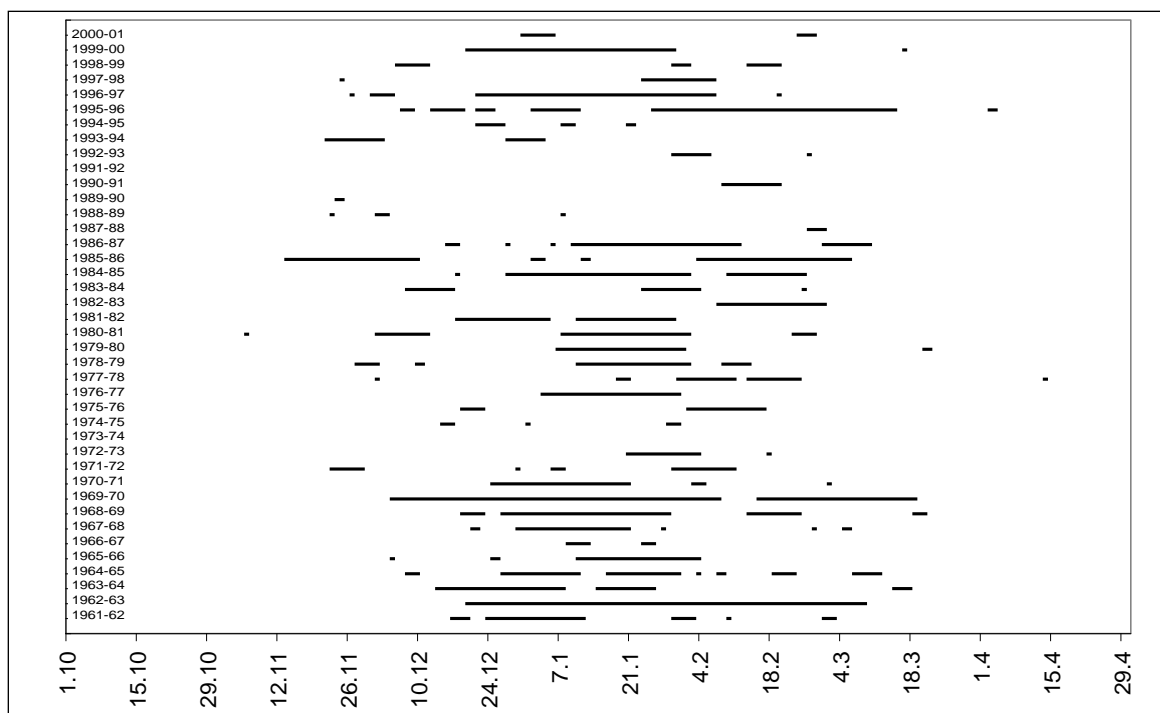
Na stanici Pohořelice je v období 1961/1962 až 2000/2001 nejvyšší vodní hodnota sněhu dosahována v polovině března, a to asi 20 mm (Obr. 4). V období 1962/1963, kdy průměrná výška sněhu činila téměř 6 cm byla zaznamenána také nejvyšší maximální výška sněhové pokrývky, 45 cm (Obr. 5). Nejdelší nepřetržitá sněhová pokrývka odpovídá v chladném období 1962/1963, kdy trvala 81 dní. Naopak v období 1973/1974 nevydržela sněhová pokrývka déle než 1 den. Sněhová pokrývka trvala průměrně 35 dní. V chladném období 1991/1992 byl zaznamenán pouze jeden den se sněhovou pokrývkou, naopak v období 1969/1970 bylo takových dnů 101. Není však patrný trend úbytku počtu dnů se sněhovou pokrývkou, průměrně nejvíce takových dnů však bylo v 70. letech (1971–1980), a v průměru 50 za chladné období roku (Obr. 6).



Obr. 4 Průměrná výška a vodní hodnota sněhu v jednotlivých dnech za období 1961/1962 až 2000/2001, Pohořelice



Obr. 5 Průměrná a maximální výška sněhové pokrývky v jednotlivých chladných obdobích 1961/1962 až 2000/2001, Pohořelice



Obr. 6 Doba trvání sněhové pokrývky za období 1961/1961 až 2000/2001, Pohořelice

Závěr

Príspevek se zabývá vyhodnocením dat promrání půdy a sněhové pokrývky naměřených na agroklimatologické stanici Pohořelice. Součástí je grafické vyjádření hloubky promrání a výšky sněhové pokrývky společně s denní minimální teplotou vzduchu pro 34 chladných období v letech 1971-2006 a dále pak v letech 1961-2001. První promrání půdy v průměru nastává 23.11. a koresponduje s nástupem souvislého promrání půdy, které trvá 126 dní. Průměrná hloubka promrání půdy je 7 cm a průměrná výška sněhu 2 cm. První sněhová pokrývka se v průměru vyskytuje 22.11. a její nepřetržitý výskyt je v průměru zaznamenán 110 dní. Vodní hodnota sněhu a výška sněhové pokrývky byla dále analyzována pro období 1961-2001. Nejvyšší sněhová pokrývka (4,5 cm) připadá na polovinu ledna a největší vodní hodnota sněhu (20 mm) na polovinu března. Počet dnů se sněhovou pokrývkou nevykazuje statisticky průkaznou změnu. Nejvíce dnů se sněhem bylo zaznamenáno v 70. letech. Kromě teplot vzduchu a sněhové pokrývky má na promrání půdy vliv celá řada dalších faktorů například sklon a expozice pozemku, půdní charakteristiky atd.

Literatura

BOUŠKOVÁ, V. (1961): Promrzání půdy v Čechách a na Moravě. *Meteorologické zprávy*, 14 (3), 70–71.

HE J., LI H., MCHUGH A. D., WANG Q., LI H., RAISALY R.G., SARKER K.K. (2012): Seed zone properties and crop performance as affected by the three no-till seeders for permanent raised beds in arid northwest Cina. *Journal of integrative agriculture*. 11 (10), 1654–1664.

CHELLE M., LIU S., NEY B., (2009): Which air temperature drives epidemiological processes of fungl folia wheat diseases at leaf scale? *Association Francoise de protection des plantes péme conférence internationale sur les maladies*. Tours, France, 8 at 9 Décembre 2009, 464–471

LEDNICKÝ, V. (1979): Hloubka promrzání půdy v Brně. *Meteorologické zprávy*, 32 (1), 12–15.

MATĚJKA F., HUZULÁK J., (1987): Analýzy mikroklimatu řepky. Bratislava: Veda. 228 s.

POKLADNÍKOVÁ, H., ROŽNOVSKÝ, J., DUFKOVÁ, J. (2006): Promrzání půdy na stanicích Pohořelice, Vizovice a Bystřice nad Pernštejnem. *Meteorologické zprávy*. 59 (5), 135–140.

SOBÍŠEK, B. a kol. (1993): *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. 1. vyd. Praha: Academia, 594 s.

STŘEDOVÁ, H., FUKALOVÁ, P., STŘEDA, T. (2012): Comparison of soil frost depth and its duration determined by soil frost tube and soil temperature interpolation. *Contributions to Geophysics and Geodesy*. 42 (3), 255–268.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory projektu NAZV QK1710197 "Optimalizace metod hodnocení ohroženosti území větrnou erozí a návrhů ochranných opatření v zemědělsky intenzivně využívané krajin".

Kontakt:

Ing. Petra Fukalová, Ph.D.

Ústav environmentalistiky a přírodních zdrojů FRRMS MENDELU

třída Generála Píky 2005/7

613 00 Brno - Černá Pole

tel. 545 136 282, e-mail: fukalova@mendelu.cz