



ČESKÝ
HYDROMETEOROLOGICKÝ
ÚSTAV

Sněhová pokrývka na Lysé hoře v zimní sezóně 1910–1911

Alena Kamínková, Veronika Šustková,
RPP Ostrava

Pavel Lipina, Miroslav Řepka,
OMK Ostrava

Šumava 2019 – Meteorologická konference, Kvilda, 14.–16. 5. 2019

ÚVOD

- metodika
- Lysá hora
- proč se zabývat rokem 1911
- simulace a kalibrace v programu HEC-HMS
- výsledky

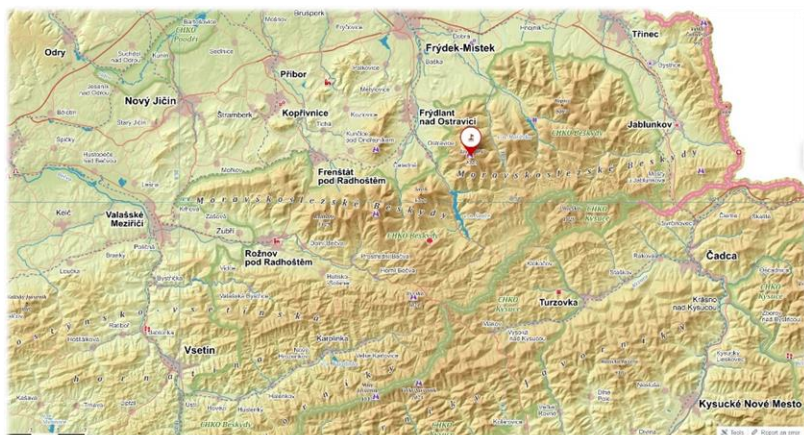
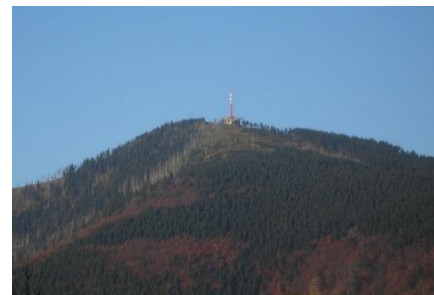
METODIKA PRÁCE

- otázka – Proč se znovu vracet k zimní sezóně 1910–1911?
- analýza měření sněhu na Lysé hoře v období 1898–2019
- výběr vhodných sezón k dalšímu zpracování
- schematizace a sestavení modelu
- simulace vybraných zimních sezón v modelu HEC-HMS
- kalibrace modelu (nastavit parametry modelu tak, aby se simulované hodnoty SVH co nejvíce blížily naměřeným hodnotám)
- simulace zimní sezóny 1910–1911
- získání průběhu vodní hodnoty
- odvození výšky sněhu a porovnání výsledků



LYSÁ HORA

- „královna Moravskoslezských Beskyd“ – 1323 m n. m.
- Moravskoslezský kraj, Moravskoslezské Beskydy, povodí Ostravice
- leží na katastrech 4 obcí (Ostravice, Krásná, Malenovice a Staré Hamry)
- geomorfologie: Vnější Západní Karpaty
- vrchol není zalesněn – pouze uměle vysázená kosodřevina

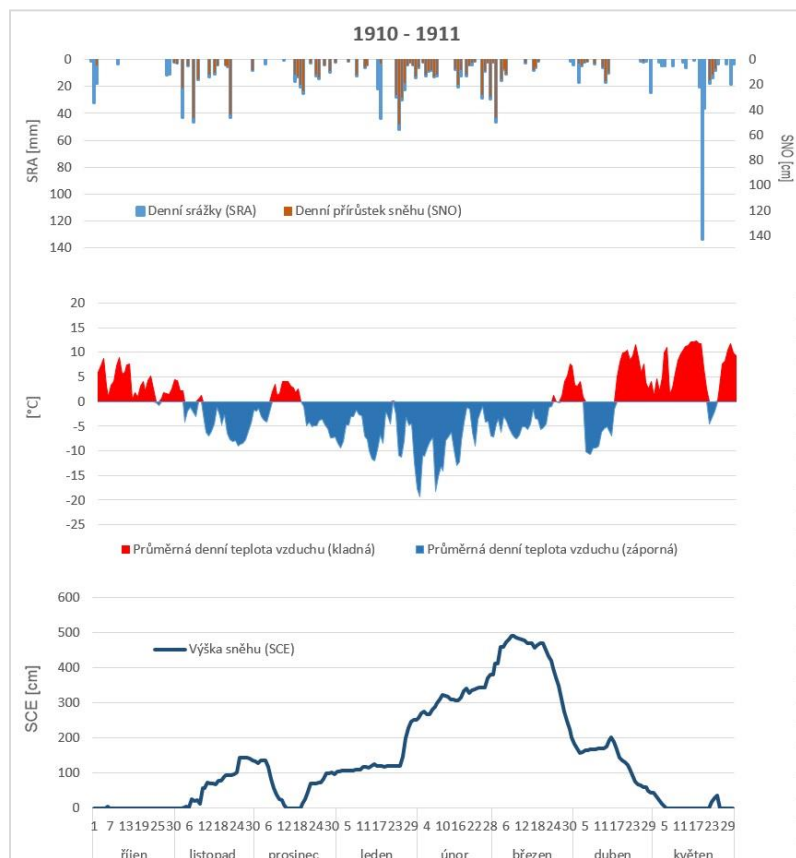


HISTORIE MĚŘENÍ A POZOROVÁNÍ

- 15. července 1897 – vznik dobrovolnické meteorologické stanice
- 1897–1933 – dobrovolnická meteorologické stanice „ombrografická“ a „sněhoměrná“ III. řádu
 - srážkoměr, teploměr
 - dobrovolní pozorovatelé – správci chat a jejich zaměstnanci
- 1933–1942 – dobrovolnická meteorologická stanice „telegrafická“ II. řádu
 - srážkoměr, teploměr, ombrograf, slunoměr
 - dobrovolní pozorovatelé – správci chat a jejich zaměstnanci
- část roku 1944 – dobrovolnická meteorologická stanice
 - pozorování prováděli vojáci wehrmachtu
- 1946–1953 – profesionální „vojenská“ letecká stanice
 - pozorování – 50 vojáků základní vojenské služby
- 1954–dodnes – profesionální meteorologická stanice ČHMÚ
 - profesionální pozorovatelé



PROČ ZNOVU ZKOUMAT ZIMNÍ SEZÓNU 1910–1911?



- Diskuze o reálnosti hodnoty výšky sněhu 491 cm proběhla v několika publikacích, na internetu nebo při meteorologických setkáních
- Spekulace nad věrohodností měsíčních výkazů, měření nového sněhu, sesedání sněhové pokrývky, tání sněhu
- Porovnání s maximální výškou sněhu na okolních stanicích

Stanice	nadm. výška [m n. m.]	max. 1911 [cm]	abs. maximum [cm]
Lysá hora	1314 – 22	491 8. a 9. března	491 (1911)
Ostravice	427	57 10. února	85 (1952)
Bílá (Salajka)	722	158 4. března	164 (1903) Stanice měřila 1881 - 1944
Čeladná (Plucnarka, Podolánky)	635, 686	130 4. a 8. března	195 (1956) Stanice měřila 1878 - 2012
Morávka Slavíč	620	140 8. března	164 (1907) Stanice měřila 1902 - 1938
Horní Bečva (Bečvice)	700	118 10. února	206 (1944) Stanice měřila 1885 - 1961
Nýdek (Hluchova úžina)	640	251 7. března	251 (1911) Stanice měřila 1905 - 1938

VÝKAZ MĚŘENÍ

Fluggebiet: Lissa Ostbahn Monat: März 1911
 Land: Österreich Beobachtungsstelle des Niederschlags: 747
 Station (III. Ord.): Lissa Hora
 Nr. 3

Rapport
über die ordentlichen ombrometrischen und Temperaturbeobachtungen.

1 Datum	2 Nieder- schlag pro 24 Stund.	3 Art und Dauer des Niederschlags	4 Mittels des Niederschlags Balkens für den Tag angegeben	5 Temperatur Celsius			7 Anmerkung		
				6 T. F.	6 T. N.	6 Mitt.			
1. 29.2	Nebel	440	29	4	12	3.5	-4.5	Süd	Mäßig
2. 1.0	Wolkenbruch	411	2	5	2	3.5	-2.1	Süd	"
3. 16.6	Nebel	436	16	5	6	6.5	-0.3	Süd West	"
4. 2	Nebel	433	2	10	3.5	3.8	-5.1	West	"
5. 15.6	Nebel	423	15	2.5	2.5	3.5	-4.5	Süd West	"
6. 7.3	Nebel	480	7	5.5	4.5	6.5	-5.5	Süd West	Still
7. 11.0	Nebel	441	11	5	3	3.5	-6.7	Süd	"
8.	Nebel	441	8	4	4	8.0	-3.1	Süd	"
9.	Nebel	446	9	5.5	5.5	7.5	-3.4	Süd	"
10.	Nebel	423	10	8.5	4.5	7	-6	Süd	Mäßig
11.	Nebel	436	11	6.5	2.5	5.5	-5.4	West	Mäßig
12.	Nebel	446	12	6.5	2.5	5.5	-5.4	Süd West	"
13.	Nebel	468	13	7.5	3	6	-5.6	Süd	Stärker
14. 2.6	Nebel	470	2	4.5	2.5	5.5	-4.8	Süd	Mäßig
15.	Nebel	446	15	4	3	5	-4.3	Süd	"
16.	Nebel	443	16	4.5	4	5	-3.4	Süd West	Mäßig
17. 8.3	Nebel	463	8	6	1	3.5	-5.2	Süd West	"
18. 6.2	Nebel	469	6	6.5	2.5	6.5	-5.6	Süd	"
19. 1.0	Nebel	470	1	7.5	3.5	5.5	-5.3	Süd Ost	"
20.	Nebel	451	20	10	3.5	3.5	-4.5	Süd	Stark
21.	Nebel	433	21	4.5	2.5	5.5	-4.2	Süd	Mäßig
22.	Nebel	418	22	4	2.5	1	-0.4	Süd	"
23.	Nebel	389	23	1.5	3	0	1.5	Süd	"
24.	Nebel	377	24	1	1	1	0.5	Süd	"
25.	Nebel	348	25	2.5	2.5	1	-0.2	Süd	"
26.	Nebel	312	26	0	2.5	1.5	4.1	Süd	"
27.	Nebel	377	27	2.5	3.5	3.5	4.4	Süd	Stark
28.	Nebel	248	28	2.5	3	3	5.3	Süd	Stärker
29.	Nebel	221	29	5	10.5	7.5	7.1	Süd	Mäßig
30.	Nebel	200	30	8	11	5.5	3.3	Süd	Stark
31. 16.6	Nebel	182	31	3.5	4	2.5	3.4	Süd	Stark
Summe 734.0			Summe	127			-2.4		
			Mittel						

1 über 1 mm = *
 1-2 mm = 6
 3-5 mm = 2
 6-10 mm = 3
 10 und mehr mm = 3

Nord = N Süd = S
 Nord-Ost = NE Süd-West = SW
 Ost = O West = W
 Süd-Ost = SO Nord-West = NW

still
 schwach
 mäßig
 stark
 sehr stark

Föhn
 Schneegang = V.N.
 Schneebildung = N.N.
 Eisbildung = N.
 Eisbildung = h
 Schneebildung = h

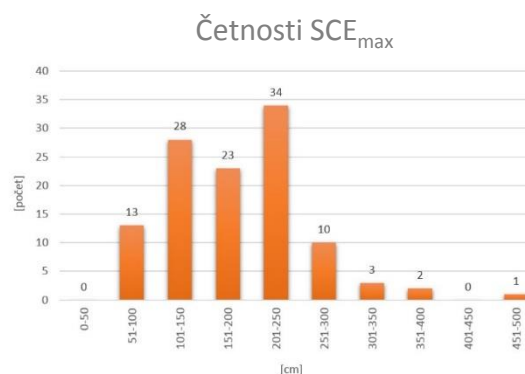
* = Regen
 * = Schnee
 ▲ = Hagel
 † = Gewitter
 † = Schneebildung

Bericht vom: Andreas Tkáč
 Unterschrift des Beobachters: Andreas Tkáč

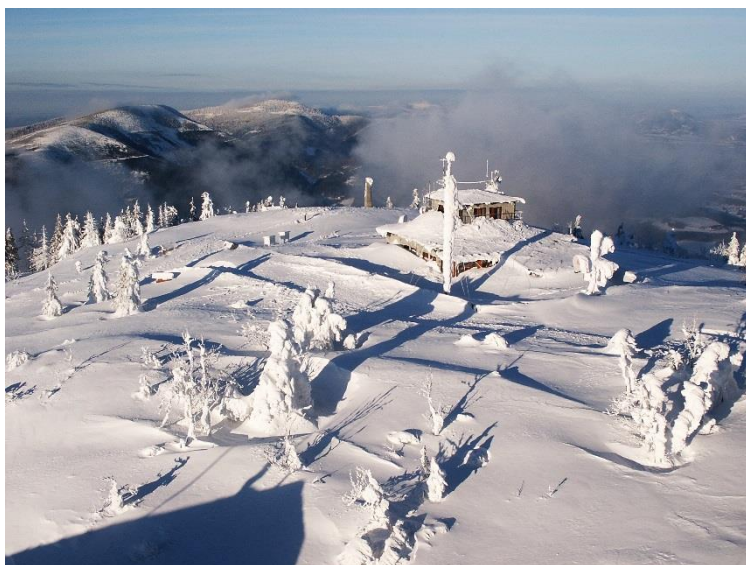
- měsíční výkazy obsahují srážky (a jejich skupenství), teplotu vzduchu (ve třech termínech), sílu a směr větru a atmosférické jevy
- označení stanice – ombrometrická a sněhoměrná (stanice III. řádu)
- meteorologické měření a pozorování prováděl Andreas Tkáč (nájemce Albrechtovy chaty)
- stanice byla pod správou Hydrografického oddělení při stavebním odboru zemského úřadu v Opavě
- stanice spadala pod C.k. Ústřední hydrografickou kancelář při ministerstvu vnitra ve Vídni
- kancelář vydávala ročenky

MAXIMÁLNÍ VÝŠKY SNĚHOVÉ POKRÝVKY (SCE_{max})

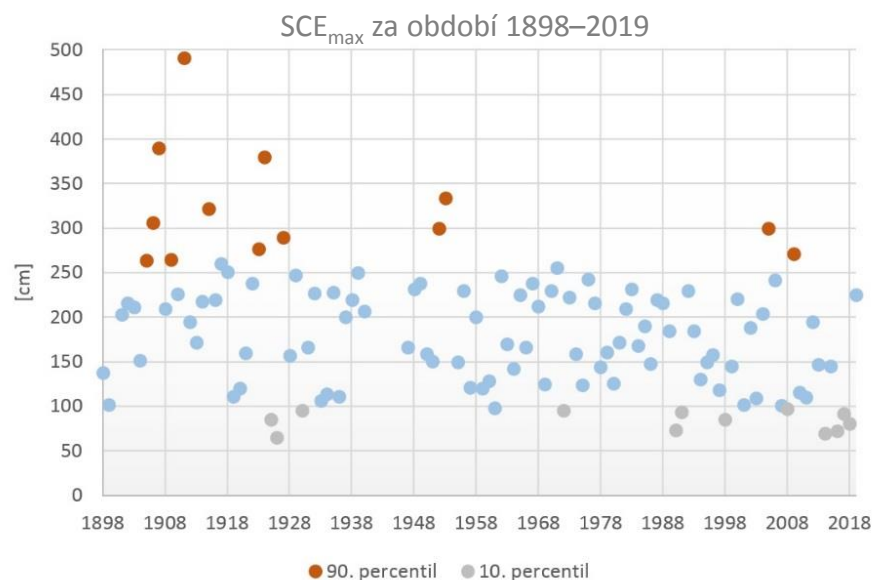
- Celkem máme k dispozici 114 zimních sezón s úplným měřením SCE za období 1897–2019
- 7 z 10 maxim v letech 1906–1927
- 13 z 20 maxim v letech 1905–1929



ROK	SCE_{max} [cm]
8. 3. 1911	491
27. 3. 1907	390
20. 3. 1924	380
14. 3. 1953	334
21.3. 1915	322
3. 4. 1906	306
14. 3. 2005	300
7. 3. 1952	300



300 cm, březen 2005, 7. nejvyšší SCE



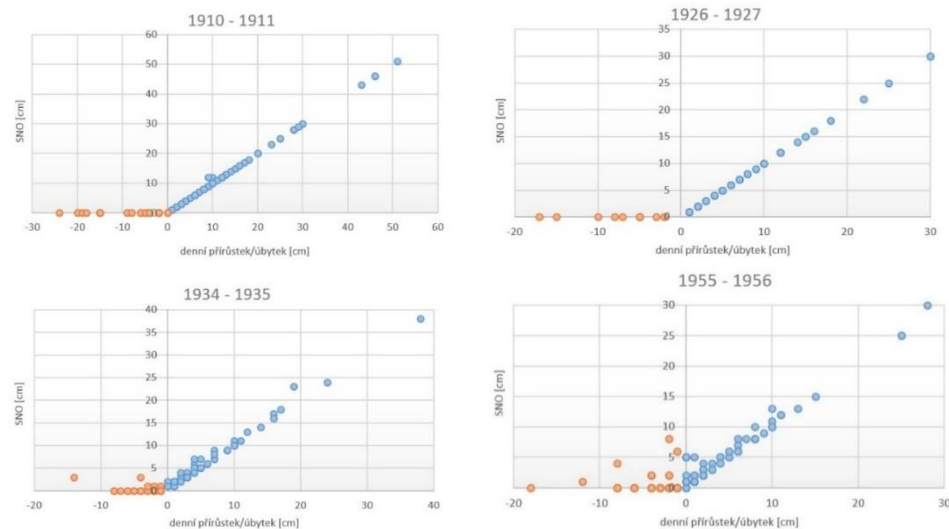
SESEDÁNÍ SNĚHU

- nebylo bráno v úvahu sesedání sněhu – analyzováno 17 vybraných zimních sezón za období měření
- až do roku 1933, kdy došlo ke změně stanice na stanici II. řádu a změně rozsahu a kvality pozorování, nebylo ve výkazech zaznamenáno sesedání sněhu, hodnota naměřených srážek v mm téměř vždy odpovídala hodnotě přírůstku nového sněhu v cm

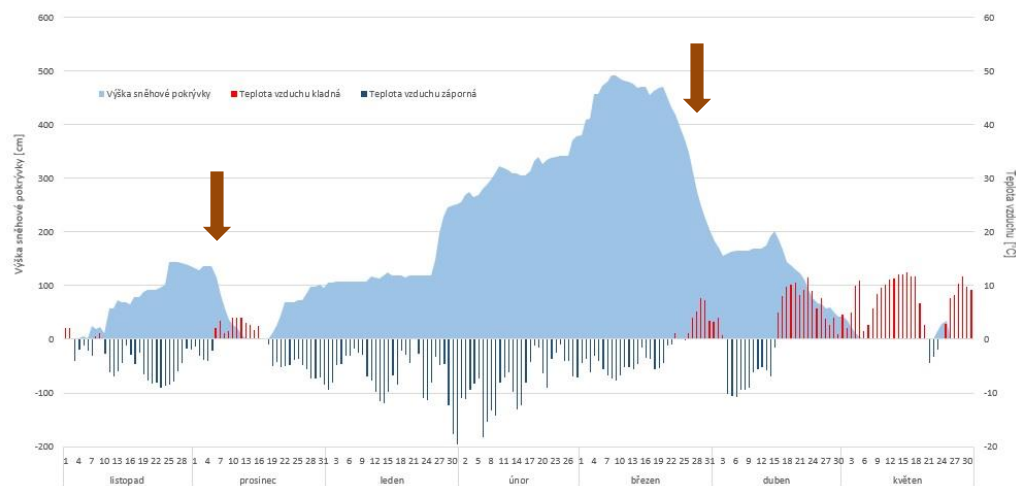
TÁNÍ SNĚHU

- rychlost tání sněhové pokrývky má v některých obdobích podezřelý průběh
 - březen 1911 o 270 cm za 11 dní
 - prosinec 1910 - sníh v bezesrážkovém období stál za 7 dní ze 136 cm na 0 cm

Závislost přírůstku/úbytku celkové sněhové pokrývky a výšky nového sněhu (SNO) ve vybraných zimních sezónách při záporných teplotách vzduchu



Průběh výšky sněhové pokrývky a průměrné teploty vzduchu za období 11/1910 – 05/1911

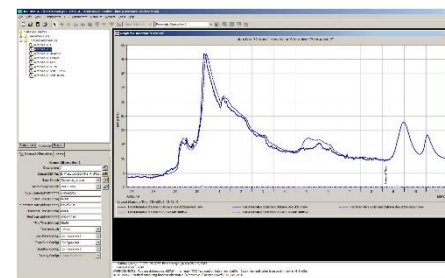
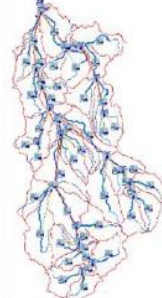


MODEL HEC-HMS



US Army Corps of Engineers

- produkt hydrologického centra (Hydrologic Engineering Center), které spadá pod tým inženýrů ústavu vodních zdrojů (Institute for Water Resources IWR) americké armády
- [volně dostupný na https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/](https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/)
- neustále probíhá vývoj
- [obsáhlá dokumentace a podpora ze strany vývojářů platformy HEC](#)
- poslední verze HEC-HMS 4.3
- Na RPP v Ostravě rutině využíván od roku 2013 pro každodenní výpočet hydrologických předpovědí



- Pro potřeby studie zimní sezóny na Lysé hoře byl vystavěn v prostředí GIS na povodí Ostravice po profil Frýdek-Místek – možnost v budoucnu použít pro simulace historických povodní z tání sněhu

SNĚHOVÝ MODEL

- Metoda Temperature Index (TI) = metoda teplotního indexu (rozšířená metoda degree-day)
- klasická metoda degree-day simuluje množství roztáté vody za den pouze na základě teploty vzduchu téhož dne
- rozšířená metoda TI umožňuje zahrnutí dalších parametrů a funkcí, díky kterým je možno lépe vystihnout celkovou energetickou bilanci sněhu

$$M = DDF * (T_{air} - T_{base})$$

M tání - úbytek SVH za den [mm. d⁻¹]
 DDF Degree-day faktor [mm. °C⁻¹. d⁻¹]
 T_{air} průměrná teplota vzduchu [°C]
 T_{base} kritická teplota vzduchu [°C]

PX Temperature - teplota vzduchu rozlišující pevné a kapalné skupenství

Lapse rate - vertikální teplotní gradient (°C/1000 m)

Base Temperature - teplota tání, v období kdy nepadají srážky Pokud je teplota vzduchu nižší než hodnota BT, nic netaje a dochází ke zvyšování teplotního deficitu sněhové pokrývky. Pokud je teplota vzduchu vyšší než BT, dochází ke snižování teplotního deficitu a sněh taje

Rain Rate Limit - denní srážkový úhrn určující, zda bude při výpočtu použit parametr Wet Meltrate

Wet Meltrate - padají-li kapalné srážky na sněhovou pokrývku dochází k tání podle tohoto teplotního indexu

ATI Coefficient a ATI-Meltrate Function - sezonalita teplotního indexu, v bezsrážkovém období závisí rychlost tání na předchozím vývoji teplot vzduchu

Groundmelt - intenzita tání způsobená kladnou teplotou povrchu

Temperature Index

Met Name: Met_ALADIN

*PX Temperature (C) 0,5

*Base Temperature (C) 0,2

ATI Coefficient: 0,8

*Wet Meltrate (MM/DEG C-DAY) 3

Rain Rate Limit (MM/DAY) 1

*ATI-Meltrate Function: Table 1

Meltrate Pattern: --None--

Cold Limit (MM/DAY) 1

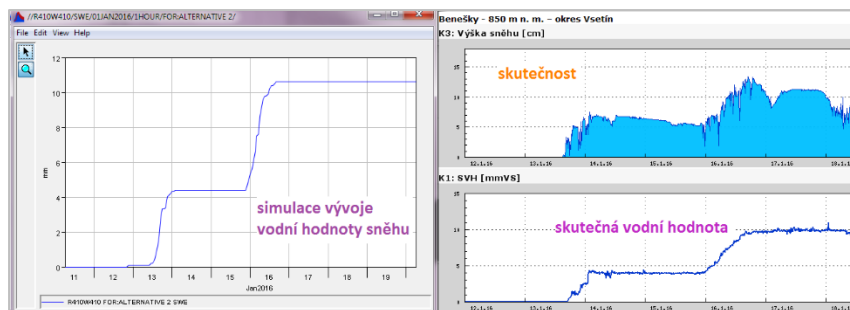
ATI-Coldrate Function: --None--

Coldrate Coefficient: 0

Water Capacity (%) 3

Groundmelt Method: Constant Value

Groundmelt (MM/DAY) 0

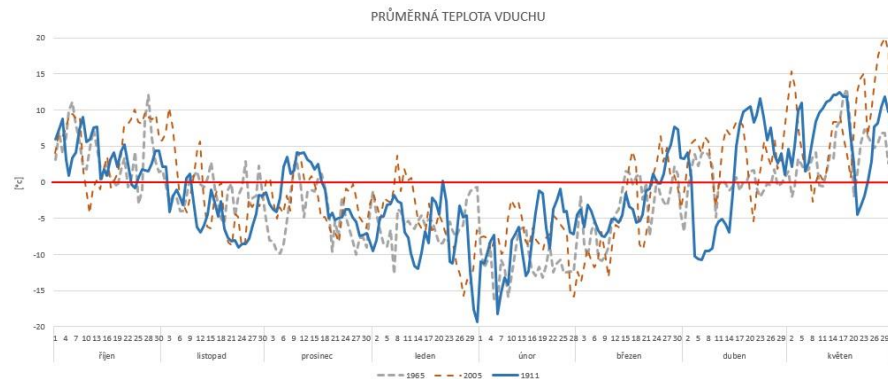
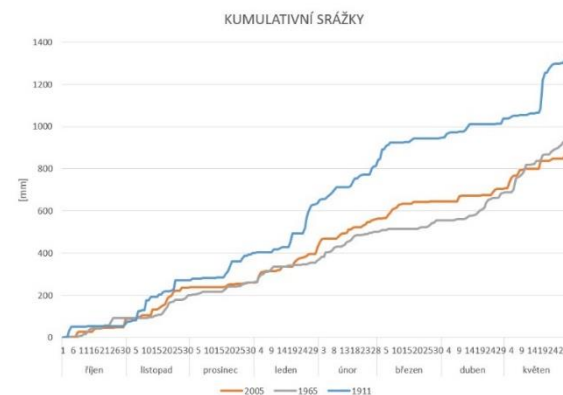


VÝBĚR ZIMNÍCH SEZÓN PRO KALIBRACI

- zimní sezóny s pravidelným měření vodní hodnoty – celkem 57 sezón
- výška sněhu alespoň 200 cm – celkem 20 sezón
- podobný průběh teplot a rozložení srážek
- maximum výšky sněhu nejlépe v březnu
- také zimní sezóna s jiným průběhem pro srovnání



SROVNÁNÍ ZIMNÍCH SEZÓN 1910–1911, 1964–1965 a 2004–2005



SCE_{max}

1965 – 225 cm

2005 – 300 cm

1911 – 491 cm

KALIBRACE MODELU

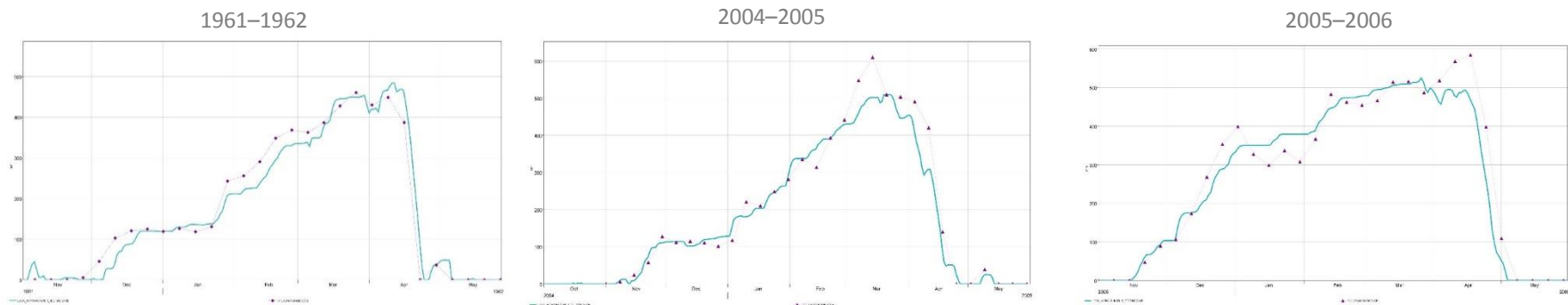
- simulováno období 1. října – 31. května
- velmi vhodné se ukázalo kalibrovat zimní období s podobným vývojem sněhové pokrývky (postupná akumulace sněhu, maximum v březnu, do té doby žádné větší oblevy, celé období převážně záporné teploty, rychlejší jarní tání...)
- u všech těchto zimních období se podařilo dosáhnout velmi uspokojivého výsledku

Parametr	Jednotka	1961/62	1964/65	1975/76	1981/82	2004/05	2005/06
PX Temperature	°C	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Base Temperature	°C	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2
ATI Coefficient	-	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Wet Meltrate	mm.°C ⁻¹ .d ⁻¹	14	12	4	9	4.5	4
Rain Rate Limit	mm.d ⁻¹	0	0	1	0	0	0
ATI - Meltrate Function	-	Table1	Table1	Table1	Table1	Table1	Table1
Meltrate Pattern	-	-	-	-	-	-	-
Cold Limit	mm.d ⁻¹	3	0	3	3	3	3
ATI - Coldrate Function	-	Table1	Table1	Table1	Table1	Table1	Table1
Coldrate Coefficient	-	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
Water Capacity	%	5	5	2	5	5	5
Groundmelt Method	-	const. value	const. value	const. value	const. value	const. value	const. value
Groundmelt	mm.d ⁻¹	0.3	0.35	0	0	0	0

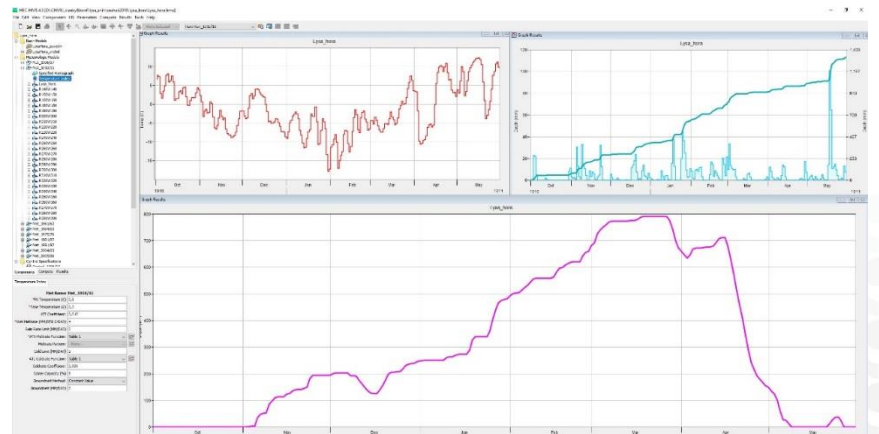


SIMULACE

Příklad simulace vodní hodnoty v porovnání s naměřenými hodnotami u vybraných zimních sezón



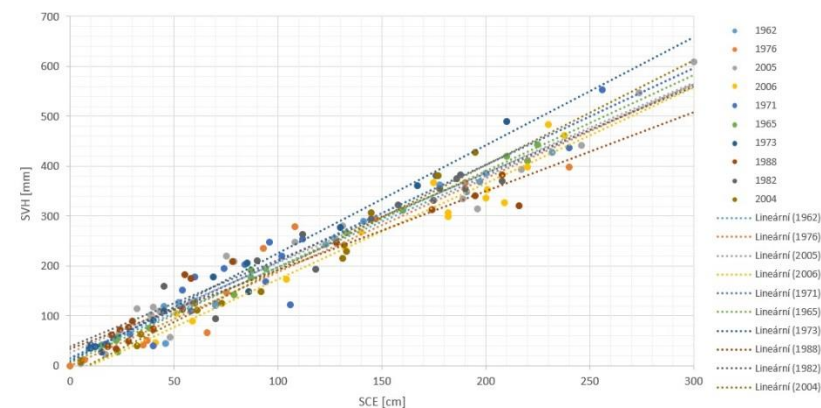
VÝSLEDKY – simulace vodní hodnoty



PŘEPOČET SVH NA SCE

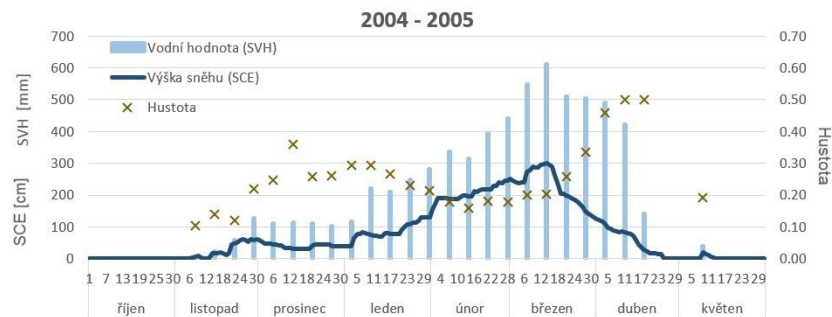
- výsledkem simulace v programu HEC-HMS je vodní hodnota sněhu
- nutné najít přepočtení koeficient mezi vodní hodnotou a výškou sněhu
- výpočet výšky sněhu v roce 1911 na základě simulované vodní hodnoty
- vodní hodnota pravidelně měřena od roku 1962
- vybrány zimy s výškou sněhu alespoň 200 cm
- období akumulace sněhu
- vynecháno tání
- Poměr mezi SVH a SCE pro $SCE_{max} = 0,508$

Závislost SCE a SVH ve vybraných letech



HUSTOTY

- hustota sněhu – podíl vodní hodnoty a celkové výšky sněhové pokrývky
- pro maximum výšky sněhové pokrývky pro zimy s podobným průběhem vyšla hustota 0,2
- analyzovány všechny zimní sezóny s výškou sněhu větší než 200 cm a s měřenou vodní hodnotou
- tato hodnota pro SCE_{max} je typická pro období bez větší oblevy, s rovnoměrným přibýváním sněhu během sezóny a s vydatnějším sněžením před SCE_{max}

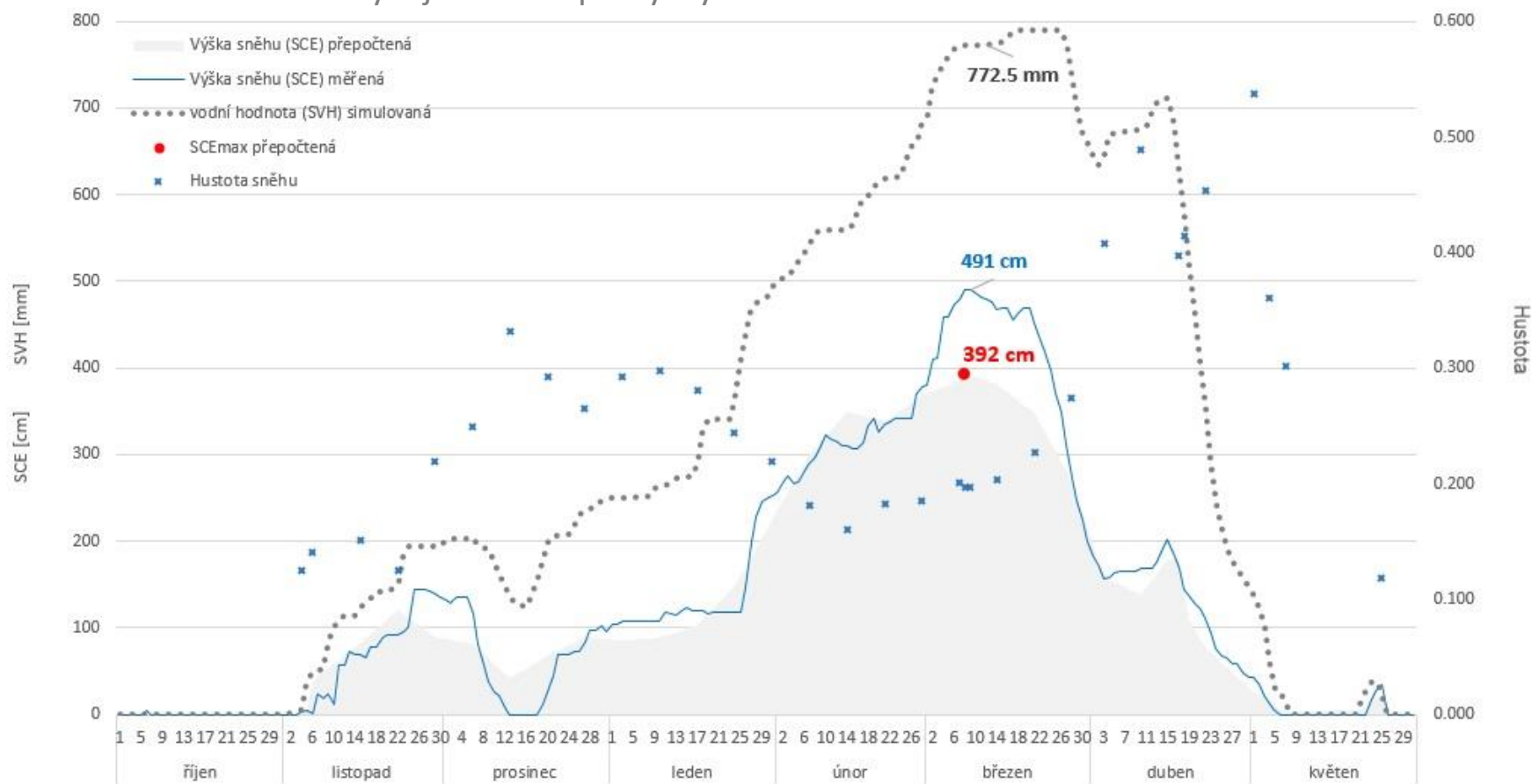


VÝSLEDKY – přepočít vodní hodnoty na výšku sněhu

- přepočít po týdnech – přepočítací koeficient, hustota

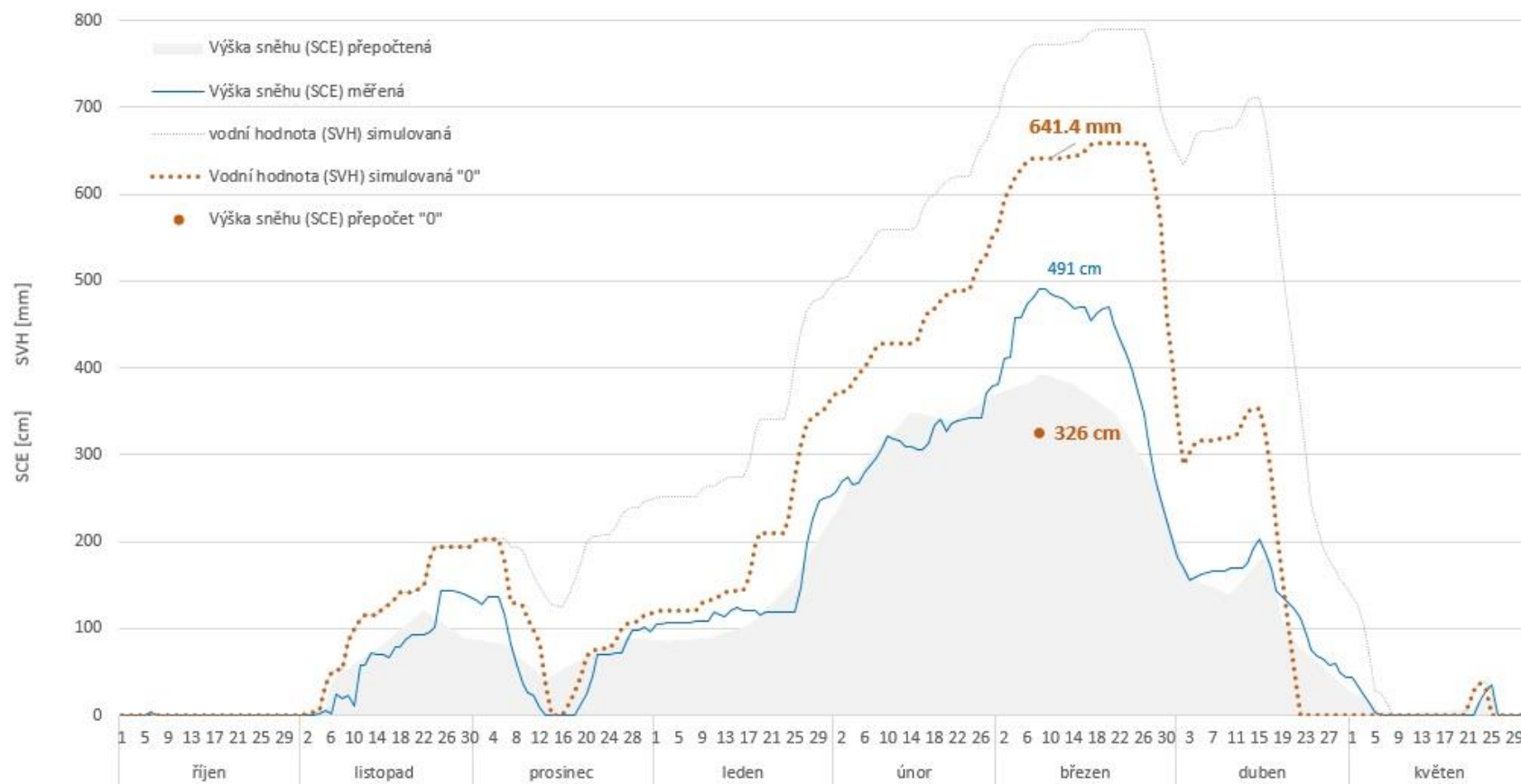
Nejpravděpodobnější varianta

Vývoj sněhové pokrývky v zimním období 1910–1911



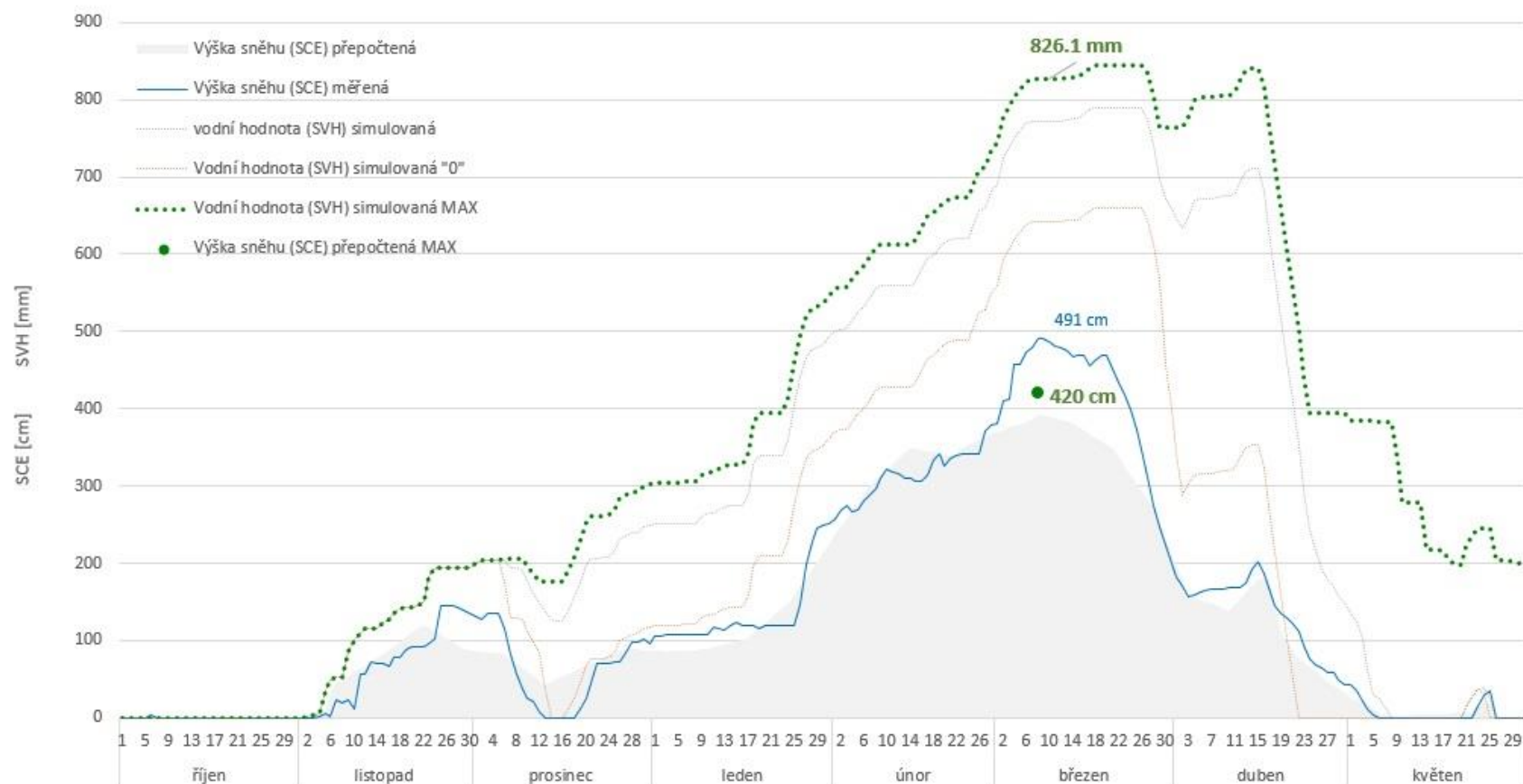
Scénář „nula v prosinci“

Vývoj sněhové pokrývky v zimním období 1910–1911



Scénář „nejvyšší maximum“

Vývoj sněhové pokrývky v zimním období 1910–1911



ZÁVĚR

- rozbor jednotlivých zim i simulace v modelu HEC-HMS potvrdily domněnky o chybném měření a zápisu celkové výšky sněhové pokrývky v zimní sezóně 1910–1911
- maximum nebylo pravděpodobně vyšší než 400 cm

A CO DÁL...?

- zvolená metodika navrhuje postup použitelný jak pro další zimní sezóny, tak pro libovolnou stanici
- data zimní sezóny 1910–1911 budou opraveny a nové hodnoty SCE budou uloženy v databázovém systému CLIDATA
- rekonstrukce dalších sporných zimních sezón na Lysé hoře do roku 1930
- vybrat další „podezřelé rekordy“ na jiných stanicích



LITERATURA

CHALUPA, J., ONDRUCH, V., LIPINA, P., 2014. 491 cm celkové sněhové pokrývky v zimní sezóně 1910/1911. In: *60 let pozorování profesionální meteorologické stanice Lysá hora*. Praha: ČHMÚ. 1. vydání, 40 s. ISBN 978-80-87577-36-3.

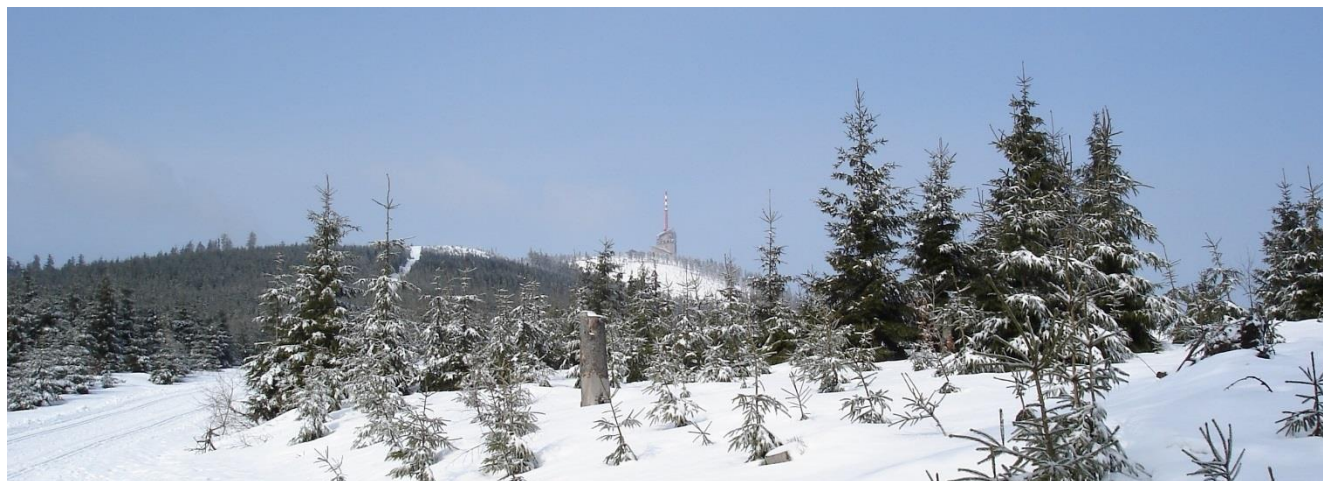
LIPINA, P., 2014. 491 cm celkové sněhové pokrývky na Lysé hoře v Beskydech v zimní sezóně 1910-11. [on-line.] [cit. 18. 7. 2017]. Dostupné z [www: http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1394453361](http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1394453361)

LIPINA, P., 2017. 120 let meteorologických měření a pozorování na Lysé hoře. In: *Sborník příspěvků z konference pořádané Českým hydrometeorologickým ústavem a Českou meteorologickou společností. Lysá hora 14. – 15. června 2017*. Praha. 1. vydání, 70 s. ISBN 978-80-87577-68-4.

HOCK, R., 2003. Temperature index melt modeling in mountaine areas, *Journal of Hydrology* 282 (1–4), s. 104–115.

SCHARFFENBERG, B. et al., 2018. Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual. U. S. Army Corps of Engineers. Version 4,3. 624 p.

USACE – US Army Corps of Engineers. The Hydrologic Engineering Centre, 2019 [on-line.] [cit. 1. 3. 2019]. Dostupné z [www: http://www.hec.usace.army.mil/](http://www.hec.usace.army.mil/).



DĚKUJI ZA POZORNOST

