VÚŽV
Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Eva Kašná
Ludmila Zavadilová
Jan Vařeka

MĚŘENÍ OBECNÉ RESILIENCE U DOJNIC

2023

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

ISBN: 978-80-7403-308-7

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

MĚŘENÍ OBECNÉ RESILIENCE U DOJNIC

Autoři
Ing. Eva Kašná, Ph.D. (50 %)
Ing. Ludmila Zavadilová, CSc. (30 %)
Ing. Jan Vařeka (20 %)

OPONENT
Ing. Zdenka Majzlíková
Česká plemenářská inspekce, Praha

OPONENT PRAXE
doc. Ing. Karel Mach, CSc.
Emeritní docent, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Česká zemědělská univerzita, Praha

Metodika byla vypracována v rámci řešení
projektu NAZV QK22020280 Využití genomické selekce pro optimalizaci resilience dojeného skotu

Předkladatel: Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.
se sídlem Přátelství 815, 104 00 Praha Uhříněves
zastoupený Dr. Ing. Pavlem Čermákem, ředitelem
Tel.: 267 009 511 (ústředna)
Fax: + 420 267 710 779
www: http://www.vuzv.cz
e-mail: vuzv@vuzv.cz
Zástupcem autorského týmu je Ing. Eva Kašná, Ph.D.

Česká plemenářská inspekce

Slezská 100/7, Praha 2, 120 00

v y d á v á

O S V Ě D Č E N Í

9410/2023-ČPI

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky:

Měření obecné resilience u dojnic.

Autor / autoři: **Ing. Eva Kašná, Ph.D., Ing. Ludmila Zavadilová, CSc., Ing. Jan Vařeka**

Název organizace/cí: **Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. se sídlem Přátelství 815, 104 00 Praha Uhříněves**

Místo vydání: **Praha**

Rok vydání: **2023**

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu č. **NAZV QK22020280 „Využití genomické selekce pro optimalizaci resilience dojeného skotu“.**

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy: Ing. Zdenka Majzlíková

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy: ředitelka

V Praze dne 6. 12.2023

Ing. Zdenka Majzlíková

……

Podpis/elektronický podpis zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitele Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

V …… dne …….

Mgr. Jan Radoš

Digitálně podepsal Mgr. Jan Radoš
Datum: 2023.12.07 10:27:15 +01'00'

……

Podpis/elektronický podpis ředitele/ředitelky Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání

Obsah

1. Cíl metodiky 6
2. Vlastní popis metodiky 6
2.1 Úvod 6
2.2 Současný stav poznání 6
2.2.1 Definice obecné odolnosti 6
2.2.2 Indikátory odvozené z denního nádoje 6
2.2.3 Indikátory založené na změnách živé hmotnosti dojnic 8
2.2.4 Indikátory založené na pohybové aktivitě dojnic 8
2.3 Popis datových souborů 9
2.4 Popis proměnlivosti užitkových vlastností 9
2.4.1 Rozptyl užitkovosti 9
2.4.2 Rozptyl odchylek (reziduí) užitkovosti 10
2.5 Zpracování a využití výsledků 11
3. Srovnání novosti postupů 12
4. Popis uplatnění certifikované metodiky 12
5. Ekonomické aspekty 12
6. Seznam použité literatury 13
7. Seznam publikací, které předcházely metodice 14
7.1 Vědecké publikace 14
7.2 Recenzované články 14
7.3 Odborné články 14
7.4 Příspěvky na konferencích, přednášky, prezentace 14
8. Jména oponentů a názvy jejich organizací 15
9. Dedikace 15
10. Přílohy 16
10.1 Popis datového souboru 16
10.2 Popis ukazatelů resilience 19
10.3 Hodnocení ukazatelů resilience metodou nejmenších čtverců 22
10.4 Závěr 30

1. Cíl metodiky

Cílem předkládané metodiky je definovat a navrhnout postup pro měření ukazatelů obecné odolnosti (resilience) dojnic s výhledem jejich dalšího využití ve šlechtění populace dojeného skotu.

2. Vlastní popis metodiky

2.1 Úvod

Rychlý rozvoj technologií a šíření nástrojů precizního zemědělství v chovech hospodářských zvířat vede k bezprecedentnímu nárůstu objemu a dostupnosti dat. Jedná se o výstupy z plně automatizovaných systémů nebo fenotypizačních platforem založených na digitálních snímcích, senzorech, zvucích, bezpilotních systémech a neinvazivním počítačovém vidění, které v kombinaci s bohatými molekulárními informacemi z oblasti genomiky, transkriptomiky, proteomiky či metabolomiky a údaji o chovatelských podmínkách mohou přispět k monitorování a řízení chovu v reálném čase pomocí informací na míru. Tato data jsou dále významným zdrojem informací pro oblast výzkumu: umožňují lépe porozumět složitým interakcím a základním biologickým a fyziologickým procesům u hospodářských zvířat prostřednictvím přesnější definice, standardizace a automatizovaného shromažďování záznamů o ekonomicky významných znacích a vlastnostech, jejichž vývoj je mapován od genové exprese až k finálnímu produktu. Jednou z nově popisovaných vlastností, jejíž hodnocení úzce souvisí s dostupností tohoto typu dat, je obecná resilience neboli odolnost zvířat.

2.2 Současný stav poznání

2.2.1 Definice obecné odolnosti

Obecná resilience je definovaná jako schopnost odolávat nebo být jen minimálně zasažen krátkodobými rušivými vlivy, případně se po jejich odeznění co nejrychleji vrátit do původního stavu (Colditz a Hine, 2016; Berghof a kol. 2019). Četnost takových rušivých vlivů (vlny veder, kvalita krmiva, výskyt patogenů atp.) narůstá v souvislosti s dopady klimatické změny. Je proto důležité zlepšovat resilience dojnic, a jednou z možností, jak dosáhnout tohoto cíle, je genetická selekce. Genetická selekce je podmíněna přesnou definicí ukazatelů resilience a jejich vyčíslením. Koncept resilience úzce souvisí s konceptem robustnosti. Jak robustnost, tak i resilience jsou součástí adaptability zvířat. Zatímco robustnost vyjadřuje schopnost zvířete vykázat dobrou užitkovost/výkonnost i v dlouhodobě nepříznivých podmínkách prostředí, resilience se vztahuje ke krátkodobě, nárazově působícím stresorům (Colditz a Hine, 2016; Llonch a kol. 2020). Na zvládání krátkodobých rušivých vlivů se podílí celá řada procesů, od jejich vnímání prostřednictvím neurosenzorů, chemosenzorů a imunosenzorů, přes jejich integraci, tvorbu emocí a zapojení fyziologických, behaviorálních, imunitních, kognitivních a morfologických reakcí, které organismus brání proti jejich působení (Colditz a Hine, 2016). Odolnost je tak velmi komplexní vlastnost, která se v praxi vyznačuje stabilními, přiměřeně silnými projevy životních funkcí bez výrazných odchylek od standardního průběhu. Jak upozorňují Llonch a kol. (2020) a potvrzují výsledky Poppe a kol. (2022), odolnost může být spojená s konkrétním typem stresoru, a například dojnice odolná vůči tepelnému stresu nemusí dobře zvládat infekční onemocnění. Klíčové je vybrat měřenou odezvu tak, aby byla dostatečně reprezentativní: Poppe a kol. (2022) doporučují neomezovat se při měření odolnosti pouze na jeden znak, ale doplnit další indikátory s přidanou hodnotou, které pokryjí další možná hlediska resilience. Podle Llonche a kol. (2020) je možné mapovat jak strategie, kterými se dojnice vyrovnávají s působením stresoru (např. omezení aktivity, snížení příjmu krmiva), tak i důsledky takto změněného chování (snížená užitkovost, hmotnost, tělesná kondice atp.).

2.2.2 Indikátory odvozené z denního nádoje

Abychom byli schopní určit rozsah a délku trvání reakce, je nezbytné měřit vybrané vlastnosti dlouhodobě a pokud možno nepřetržitě tak, aby zachytily jedince před, v průběhu i po odeznění působení stresoru. U dojeného skotu se vývoj ukazatelů resilience zaměřil hlavně na denní záznamy produkce mléka (Elgersma a kol. 2018; Poppe a kol. 2020; Chen a kol. 2023), které jsou objektivně měřitelné a snadno dostupné ve velkém množství za běžných provozních podmínek.

2.2.2.1 Kolísání denního nádoje

První studii zaměřenou na využití dat z automatických dojicích systémů pro definování znaků odolnosti dojnic provedli Elgersma a kol. (2018), kteří vyhodnotili tři ukazatele popisující kolísání denního nádoje: (1) počet poklesů užitkovosti za laktaci na základě klouzavého průměru, (2) počet poklesů užitkovosti na základě regrese a (3) přirozený logaritmus rozptylu denních nádojů krávy LnVar_R do 335 dne laktace. Dědivost znaků poklesu byla 0,08 pro klouzavý průměr a 0,06 pro regresi, dědivost přirozeného logaritmu rozptylu dosáhla hodnoty 0,10. Genetická korelace mezi znaky poklesu (0,87) ukázala na jejich vysokou genetickou podobnost, zatímco genetická korelace obou znaků s přirozeným logaritmem rozptylu (0,32-0,26) ukazuje na geneticky odlišné znaky, a tedy různé složky odolnosti.

Pro nalezení nejlepšího indikátoru odolnosti byly vypočteny parciální genetické korelace a relativní příspěvek ke spolehlivosti odhadu znaků plodnosti, zdraví a dlouhověkosti. Nejsilnější vazba byla nalezena mezi LnVar_R a zdravím vemene, ketózou a dlouhověkostí, a také relativní příspěvek ke spolehlivosti odhadu ukázal, že LnVar_R obsahuje nové informace, které lze využít při predikci zdraví vemene, ketózy a dlouhověkosti, a to i v případě, že je již zohledněn průměrný nádoj a perzistenci laktace.

2.2.2.2 Odchylky denního nádoje od predikované užitkovosti

Nevýhodou předchozího způsobu je to, že nezohledňuje přirozené, fyziologické změny užitkovosti v průběhu laktace. Berghof a kol. (2019) proto navrhli měřit obecnou odolnost na základě odchylek mezi očekávanou a skutečnou užitkovostí (reziduí) v určitém časovém období. Celkem čtyři vybrané indikátory zahrnovaly (1) rozptyl odchylek, který vyjadřuje dopad nepříznivého vlivu. Nízký rozptyl ukazuje na zvířata nezasažená nebo neovlivněná stresorem. (2) Autokorelace, tj. vzájemná závislost odchylek od očekávaného průběhu, odhaluje délku působení nepříznivých vlivů. Pokud je autokorelace blízká 0, následné stavy jsou na sobě nezávislé, a znamená to, že zvířata buď nejsou vystavena stresovým vlivům, nebo jsou schopná se velmi rychle zotavit. Hodnoty autokorelace blížící se +1 vyjadřují podobnost následných stavů a ukazují na pomalé zotavování zvířat vystavených stresovým vlivům. Naopak hodnoty blížící se -1 vyjadřují, že následné stavy jsou v podstatě opačné, a mohou ukázat na velmi rychlou až překotnou reakci na stresory, jakou je např. kompenzační růst. (3) Šikmost odchylek udává směr odchylek produkce od jejich předpokládané výše, tj. snížení produkce u zvířat se zápornou šikmostí, nulový dopad stresorů při šikmosti rovné 0 a pozitivní reakci na vlivy prostředí v případě šikmosti kladné. (4) Sklon reakční normy je často využíván při popisu působení infekčního tlaku (Doeschl-Wilson a kol. 2021) nebo tepelného stresu (Mulder, 2016). Hodnoty blízké nule charakterizují zvířata nezasažená působením nepříznivých vlivů, zatímco strmější sklon reakční normy odpovídá silnějšímu dopadu stresorů.

Využitelnost tří výše navržených indikátorů, tj. LnVar, autokorelace, šikmosti odchylek a pro srovnání také logaritmovaného rozptylu užitkovosti LnVar_R hodnoceného dříve Elgersmou a kol. (2018), ověřili v podmínkách nizozemské populace holštýnského skotu Poppe a kol. (2020). Výsledky byly závislé na metodě predikce očekávané užitkovosti, kde byly srovnány neparametrické metody (klouzavý průměr a pohyblivý medián) s metodami založenými na modelování laktační křivky (Wilminkova laktační křivka, kvantilová polynomiální regresní metoda). Nejzajímavějším ukazatelem byl LnVar, který měl nejvyšší dědivost (h^2=0,20-0,24) a společně s LnVar_R ukázali nejsilnější genetické korelace se znaky zdraví, dlouhověkosti, plodnosti, metabolickými a produkčními znaky, které jsou pro definování toho, co očekáváme od odolných zvířat, klíčové. Dědivost autokorelace byla nízká (h^2=0,06-0,09), a její hodnoty blízké nule byly geneticky propojeny s lepšími parametry zdraví, plodnosti, dlouhověkosti, vyšším příjmem sušiny, vyšším skóre tělesné kondice a nižší produkcí mléka. Jednalo se však o slabé vazby s genetickými korelacemi v intervalu od -0,21 do 0,20. Využitelnost šikmosti odchylek se vzhledem k zanedbatelné dědivosti (0,01-0,02) a nízkým, často nepředvídatelným genetickým korelacím ukázala být omezená. Genetické korelace mezi analyzovanými ukazateli byly nízké, což potvrdilo, že se jedná o geneticky odlišné vlastnosti, a tedy různé složky odolnosti. V případě LnVar, který vyjadřuje dopad stresoru, a autokorelace indikující rychlost zotavení navrhli Poppe a kol. (2020) jejich propojení ve společném indexu.

Hodnocení LnVar a autokorelace se dále objevuje v práci Chen a kol. (2023), kteří navíc sledovali četnost výskytu narušení produkce a akumulované ztráty mléka během nich. Tito autoři se zaměřili na porovnání ukazatelů odolnosti napříč prvních tří laktací a zjistili, že zatímco genetické korelace odolnosti mezi 2. a 3. laktací jsou silné (0,88-0,96), odolnost na 1. laktaci korelovala s ostatními slaběji (0,34-0,88). Ukazatele odolnosti na různých laktacích tak lze považovat za různé znaky, které mohou podchytit dodatečné biologické mechanismy vázané na stádium růstu a vývoje dojnice.

2.2.3 Indikátory založené na změnách živé hmotnosti dojnic

Kombinací dvou vlastností při popisu odolnosti se zabývali Ben Abdelkrim a kol. (2021), kteří denní nádoje doplnili o záznamy živé hmotnosti dojnic. Vyjádření resilience na základě živé hmotnosti není zejména u dojnic obvyklé, nakolik stanovení potenciální růstové křivky zahrnuje i růst mladých zvířat, balancování energie v průběhu laktace, růst plodu u březích apod. Křivky nenarušeného fenotypového potenciálu pro obě vlastnosti byly stanoveny metodou vyhlazování časových řad s ohledem na krátkodobé a dlouhodobé odchylky. Odchylky od potenciálu byly identifikovány metodou filtrování reziduí a do dalšího hodnocení byly zařazeny jen ty dostatečně velké, biologicky významné, které obsahovaly fázi kolapsu i fázi obnovení. Následnou analýzou Ben Abdelkrim a kol. (2021) zjistili, že 24 % odchylek v denním nádoji je spojeno s odchylkou v živé hmotnosti, a 44 % odchylek v živé hmotnosti se projeví i odchylkou v denním nádoji. Právě takové kompletně nebo částečně synchronní narušení projevu více vlastností budou pro popis celkové odolnosti nejdůležitější.

2.2.4 Indikátory založené na pohybové aktivitě dojnic

Denní aktivita je přímou reakcí na změny v podmínkách prostředí (např. Cook a kol. 2007; van Dixhoorn a kol. 2018) a její longitudinální záznamy (např. počet kroků, doba ležení, doba stání atp.) proto představují výborný podklad pro vývoj ukazatelů odolnosti. Hodnocením denní aktivity krav vyjádřené počtem kroků a jejich odchylek od individuálních křivek očekávaného počtu kroků se zabývali Poppe a kol. (2022). Autoři v prvé řadě vyloučili data spojená s říjí a stanovili, jak se liší aktivita krav podle pořadí laktace a podle zdravotního stavu (mastitida, ketóza, nemoci paznehtů a dělohy). V důsledku vazby stresorů se sníženým počtem kroků byl jako první z indikátorů definován průměrný počet kroků v různých fázích laktace, který byl lineárním modelem očištěn o vliv stáda*sezóny a reprodukčního stavu. Rezidua po aplikaci modelu na data byla vyjádřena jako (1) opravený počet kroků za celou laktaci 1-450 DIM, (2) ranou laktaci 1-28 DIM, (3) pozdější laktaci DIM 75-450 a (4) období před otelením -14 až - 1 DIM.

Další indikátory byly stanoveny na základě kolísání denního počtu kroků, když data byla nejprve opravena o dlouhodobé trendy pomocí modelu s kvantilovou polynomiální regresí aplikovaného na opravený počet kroků. Výsledkem byla křivka blízká dennímu počtu kroků bez narušení a na základě reziduí spočtených jako rozdíl mezi skutečným a predikovaným počtem kroků byly vyjádřeny další indikátory: (5) přirozený logaritmus rozptylu odchylek LnVar počtu kroků, (6) lag-1 autokorelace odchylek a (7) průměr všech negativních odchylek. Pro každou laktaci s více než 10 negativními odchylkami byl dále vyjádřen (8) počet poklesu počtu kroků a spočten (9) průměr negativních odchylek během těchto poklesů počtu kroků.

Odhady dědivosti kolísaly od 0,01 pro (8) počet poklesů počtu kroků po 0,45 pro (1) průměrný počet kroků za laktaci. Autoři zjistili příznivé středně silné genetické vazby (6) lag-1 autokorelace odchylek (od -0,33 do -0,44) a (8) počtu poklesů počtu kroků (od -0,44 do -0,56) se zdravím paznehtů, plodností a skóre tělesné kondice.

Naopak genetické korelace (5) LnVar počtu kroků za laktaci ukázaly, že stabilní počet kroků nemusí být dobrým ukazatelem lepší odolnosti, protože dojnice mohou mít minimální denní penzum kroků, které musí naplnit bez ohledu na zdravotní stav (cesty do dojírny, za krmením apod.). V případě např. nemoci paznehtů tak může tato minimální aktivita po delší období zůstávat stejná, vyústit v nízkou celkovou proměnlivost počtu kroků, a přitom neříkat nic o zdravotním stavu. Autoři se na základě této studie a předchozího hodnocení ukazatelů odvozených od kolísání denního nádoje (Poppe a kol. 2020) domnívají, že je nemožné, aby ukazatel založený

na jediné vlastnosti byl stejně citlivý ke všem možným typům narušení prostředí. Pro co nejlepší podchycení obecné odolnosti proto doporučují kombinaci ukazatelů odvozených z několika odlišných vlastností.

2.3 Popis datových souborů

Pro vývoj indikátorů resilience byly využity data o denních nádojích. Data o živých hmotnostech jsou v chovech zjišťována spíš výjimečně, a jejich využitelnost je proto mizivá. Perspektivnější se zdají data o denní aktivitě případně přežvykování, která však nejsou nijak centrálně podchycena. Data o jednotlivých nádojích jsou zaznamenávána v reálném čase prostřednictvím dojírenských programů. Pro další zpracování je potřebná minimálně informace o registračním číslu krávy a stáje, technologii dojení (AMS, robotická dojírna, konvenční dojírna), datu dojení, pořadí laktace, datu otelení případně dnu laktace (DIM). Další informace (datum narození krávy, plemenná příslušnost apod.) jsou dle potřeby doplněny z databáze původů kdb001 (Plemdat).

Ukázka výchozího datového souboru:

```
Farma;dojení;kráva;laktace;DIM;čas dojení;nádoj;nádoj_LP;nádoj_LZ;nádoj_PP;nádoj_PZ
A;AMS;CZ000305979971;3;57;25.03.2023 0:07;10.57;3.07;4.17;3.15;0.18
A;AMS;CZ000369972971;2;81;25.03.2023 0:09;8.64;1.79;2.67;1.66;2.52
A;AMS;CZ000386019971;2;219;25.03.2023 0:10;13.26;3.49;2.61;3.29;3.87
A;AMS;CZ000386014971;3;8;25.03.2023 0:15;9.16;3;0.83;2.79;2.54
A;AMS;CZ000369957971;2;123;25.03.2023 0:17;13.43;3.49;3.59;2.55;3.8
A;AMS;CZ000386082971;4;96;25.03.2023 0:18;17.29;4.86;4.33;3.71;4.39
A;AMS;CZ000337758971;3;104;25.03.2023 0:27;6.91;0.86;4.78;0.7;0.57
A;AMS;CZ000369820971;5;306;25.03.2023 0:28;15.8;4.02;4.98;0.49;6.31
A;AMS;CZ000305997971;3;227;25.03.2023 0:39;13.05;3.23;3.03;2.48;4.31
```

Denní nádoj krávy je dopočten jako součet všech dílčích denních dojení. V souladu se směrnicí ICAR „Pokyny pro evidenci denního nádoje“ (2017) vstupují do dalšího hodnocení všechny denní nádoje v rozmezí od 3,0 – 99,9 kg. Údaje mimo toto rozmezí jsou pokládány za nevěrohodné, a jako takové vyřazeny.

2.4 Popis proměnlivosti užitkových vlastností

2.4.1 Rozptyl užitkovosti

Nejjednodušším ukazatelem kolísání denního nádoje je jeho rozptyl (variance) vypočtený v rámci laktací pro každou jednotlivou krávu. Vzhledem k přirozené proměnlivosti dojivosti a s cílem vyhnout se vlivu perzistence laktace doporučuje se hodnotit jen kratší úseky, například prvních 100-150 dnů laktace, které jsou z hlediska fyziologické zátěže nejobtížnější. Kráva by měla být zařazena do hodnocení pouze v případě, že má v tomto úseku (1-150 DIM) alespoň 50 pozorování a první měřený DIM≤20. Rozptyl denního nádoje nemá v populaci normální rozdělení. Jako indikátor resilience je proto využit jeho přirozený logaritmus **LnVar_R**. Z hodnocení jsou následně vyloučeny odlehlé hodnoty, které jsou více než čtyřnásobek směrodatné odchylky SD vyšší nebo nižší než průměr v souboru.

2.4.2 Rozptyl odchylek (reziduí) užitkovosti

2.4.2.1 Predikce laktační křivky

Do výpočtu jsou zařazeny laktace na základě následujících kritérií:

- První nádoj je zaznamenán do 5. dne laktace
- Maximum chybějících údajů je dáno hodnotou 15 %
- Laktace jsou rozděleny do tří kategorií podle délky:
  1. Do 150 dnů
  2. Do 250 dnů
  3. Do 305 dnů.

Predikce laktační křivky je standardně založena na regresních funkcích. Mezi tyto funkce se řadí:

1. Wilminkova funkce (1987)

$$Y_t = a + be^{-0\,046} + ct$$

2. Woodova funkce (1967)

$$Y_t = at^b + be^{ct}$$

3. Funkce Aliho a Schaeffera (1987)

$$Y_t = a + b\theta_t + c\theta^2_t + d\delta_t + g\delta^2_t \ ,$$

   Pro funkce 1-3 platí:

- Y_t je nádoj pro laktační den t, $\theta_t = t/305$ a $\delta_t = \ln(t/305)$,
- parametry *a*, *b*, *c*, *d* a *g* jsou parametry definující vzestup a pokles průběhu laktační křivky a její tvar případně výši užitkovosti.

4. Náhodná regresní funkce s Legendrovým polynomem třetího či čtvrtého stupně (Jacobsen et al. 2002; Oliveira et al. 2019)

$$Y_t \sum_{i=0}^{n} k_i \emptyset_i(x),$$

   kde x je standardizovaný laktační den t podle vzorce $x=2(t-t_{min})/(t_{max}-t_{min})-1$, kde t_{min} a t_{max} jsou minimální a maximální hodnoty dnů laktace použité ve vyhodnocení, k_i jsou odhadnuté koeficienty laktační křivky, parametr $\emptyset_i(x)$ je normalizovaný polynom, který je vypočten podle vzorce

$$\emptyset_i(x) = \sqrt{\frac{2n+1}{2}}\, P_n(x),$$

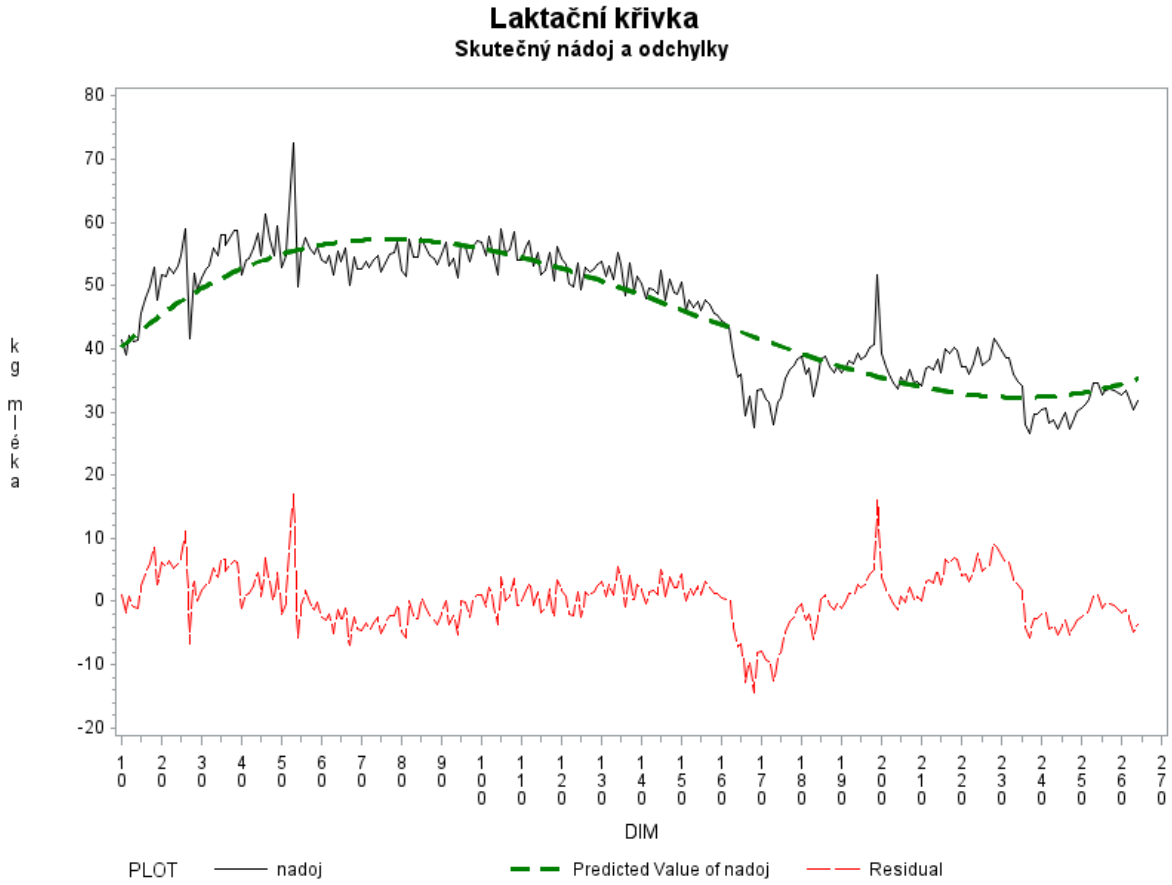
   kde P_n (x) je polynom stupně n.

Pro vlastní výpočet predikované laktační křivky navrhujeme použít funkci 4, Legendrovy polynomy 3 nebo 4 stupně, která odpovídá metodickému postupu rutinně aplikovanému při genomickém hodnocení užitkovosti na základě test-day modelu.

2.4.2.2 Výpočet odchylek denní užitkovosti

Predikce očekávané užitkovosti pomocí náhodné regrese s Legendrovým polynomem 3. stupně je provedena procedurou Proc Reg (SAS/STAT software, ®9.4). Odchylky denního nádoje jsou dopočteny pro každou dojnici jako rozdíly mezi predikovanou a skutečnou hodnotou nádoje. Záporné odchylky znamenají, že skutečná užitkovost je nižší než predikovaná (viz Obr. 1). Denní odchylky (rezidua) dále slouží pro výpočet vlastních indikátorů resilience: variance odchylek, autokorelace odchylek a šikmosti odchylek.

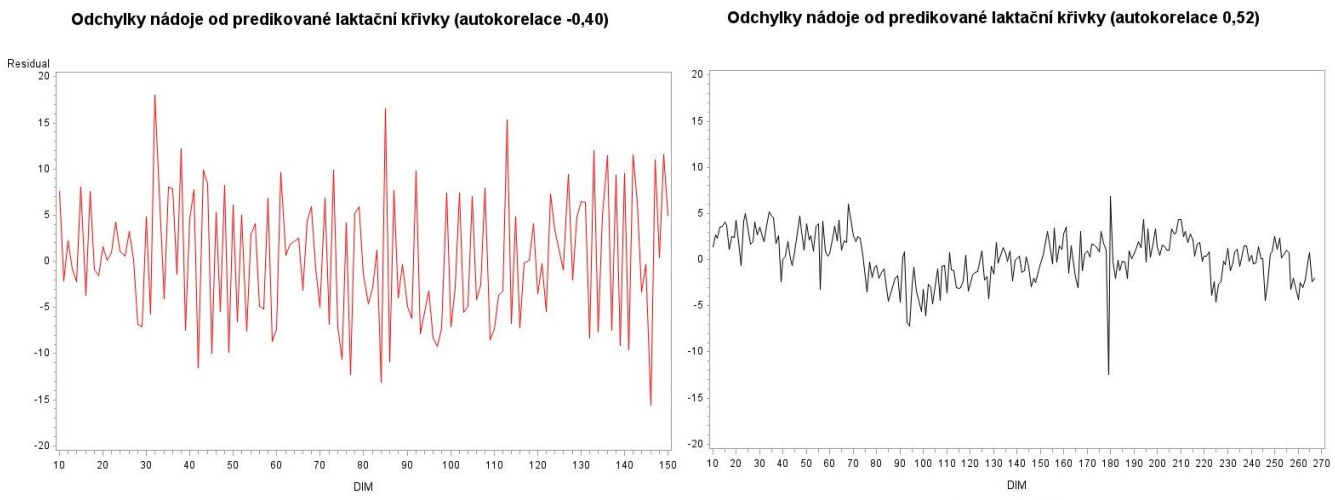
Obr. 1: Odchylky skutečné užitkovosti od užitkovosti predikované metodou náhodné regrese s Legendrovým polynomem 3. stupně.



2.5 Zpracování a využití výsledků

Na základě nejdostupnější a v populaci rutinně měřené vlastnosti – denního nádoje – byly navrženy čtyři možné indikátory resilience dojnic. Přirozený logaritmus rozptylu denních nádojů (LnVar_R), přirozený logaritmus rozptylu odchylek LnVar, autokorelace odchylek r_{auto} a jejich šikmost, které vyjadřují míru kolísání nádoje a odrážejí, jak se organismus vyrovnává s vlivy prostředí. Oba indikátory založené na varianci mají potenciál vyčíslit intenzitu dopadu negativních vlivů prostředí (stresorů) a ukázat na schopnost dojnic vyrovnat se s jejich působením. Nízké hodnoty LnVar_R i LnVar charakterizují zvířata nezasažená stresorem, anebo ta, která se s ním dokázala velmi rychle vypořádat. Autokorelace vyjadřuje vzájemnou závislost mezi následnými měřeními, a jako taková naznačuje délku období, po které jedinec reagoval na nepříznivé podmínky: hodnoty blízko nule ukazují na zvířata nezasažená nepříznivými vlivy, případně ta, co byla schopná rychlého zotavení. Autokorelace blížící se +1 charakterizují zvířata s pomalým zotavením, zatímco hodnoty směrem k -1 vypovídají o velmi rychlém zotavení až kompenzaci v odezvě na stresor. Šikmost popisuje směr odchylek produkce od jejich předpokládané výše, tj. snížení produkce u zvířat se zápornou šikmostí, nulový dopad stresorů při šikmosti rovné 0 a pozitivní reakci na vlivy prostředí v případě šikmosti kladné. Navržené indikátory lze po očištění o systematické vlivy prostředí (stádo, rok a sezóna otelení, věk dojnice, plemeno apod.) využít ke stanovení genetického založení, tj. plemenné hodnoty pro vybraný aspekt resilience.

Obr. 2: Srovnání odchylek skutečného nádoje od nádoje predikovaného náhodnou regresí s Legendrovým polynomem pro hodnoty autokorelace r_{auto}=-0,42 a r_{auto}=0,52



3. Srovnání novosti postupů

Předkládaná metodika využívá nejnovější vědecké poznatky jak ze světové literatury (viz kap. 6. Seznam použité literatury), tak i z vlastních dosažených výsledků (viz kap. 7. Seznam publikací, které předcházely metodice). Zaměřuje se na zpracování a další způsob využití relativně nově dostupných dat, která jsou generována automatizovanými dojicími systémy. Takto nově definované fenotypy jsou důležitým podkladem pro další vývoj šlechtění, které se stále více zaměřuje na znaky související s efektivitou a udržitelností odvětví. Vypracovaná metodika zapadá do současného směru šlechtění, které se zaměřuje na rozšíření a vybalancování znaků chovného cíle pro zlepšení zdraví a biologické zdatnosti populace dojeného skotu při současném zachování jeho vysoké produktivity.

4. Popis uplatnění certifikované metodiky

Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, z.s., je uznaným chovatelským sdružením a nositelem jedné společné Plemenné knihy holštýnského skotu (PK) pro celou ČR, vydává potvrzení o původu zvířat a stanovuje chovný cíl a standard plemene, stanovuje parametry pro výběr plemenných zvířat a prosazuje intenzifikaci šlechtění a dosažení rentability chovu. Rozhodnutím Ministerstva zemědělství ČR je Svaz uznaným chovatelským sdružením pro holštýnské plemeno skotu. Předkládaná metodika poskytne informace využitelné pro definování a měření ukazatelů obecné odolnosti dojnic, které jsou nezbytným předpokladem pro zohlednění této vlastnosti ve šlechtění holštýnského skotu.

5. Ekonomické aspekty

Předpokládané ekonomické přínosy pro uživatele se pohybují na úrovni 0 Kč ve formě hospodářského výsledku v průběhu následujících pěti let v důsledku očekávané delší odezvy na šlechtění. V souladu s doporučením Rady vlády pro výzkum uživatel metodiky nevytváří těmito činnostmi přímý zisk. Vytvářením podkladů a řízením šlechtitelské práce dochází ke zvýšení kvality plemenářské práce u chovatelů holštýnského skotu a zlepšují se tak základní předpoklady pro ekonomické přínosy pro jednotlivé chovatele. Z dlouhodobého hlediska lze očekávat postupné zvyšování nebo alespoň stabilizaci odolnosti populace dojnic ve vztahu ke stresujícím podnětům okolního prostředí (tepelný stres, působení patogenů, výkyvy kvality a kvantity krmení apod.). Odolnější dojnice mají stabilní užitkovost, jsou méně nemocné, vyžadují celkově méně pozornosti, mají méně problémů s plodností a lepe odolávají brakaci. Lepší odolnost se tak může propsat formou snížení nepřímých nákladů do vyšší rentability a efektivity chovu.

6. Seznam použité literatury

Ali TE and Schaeffer LR. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 1987; 67:637–644.

Ben Abdelkrim A, Tribout T, martin O, Boichard D, Ducrocq V, Friggens NC. Exploring simultaneous perturbation profiles in milk yield and body weight reveals a diversity of animal responses and new opportunities to identify resilience proxies. *J Dairy Sci*. 2021; 104:459-470.

Berghof TVL, Poppe M, Mulder HA. Opportunities to improve resilience in animal breeding programs. *Front. In Genet*. 2019; 9:692.

Colditz IG, Hine BC. Resilience in farm animals: biology, management, breeding and implications for animal welfare. *Anim. Prod. Sci*. 2016; 56(12):1961-1983.

Cook NB, Mentink RL, Bennett TB, Burgi K. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 2007; 90:1674-82.

Doeschl-Wilson a, Knap PW, Opriessnig T, More SJ. Review: Livestock disease resilience: from individual to herd level. *Animal*. 2021; 15:100286.

Elgersma GG, do Jong G, van der Linde R, Mulder HA. Fluctuations in milk yield are heritable and can be used as a resilience indicator to breed healthy cows. *J. Dairy Sci*. 2018; 101(2):1240-1250.

Chen SY, Boerman JP, Gloria LS, Pedrosa VB, Doucette J, Brito LF. Genomic-based genetic parameters for resilience across lactations in North American Holstein cattle based on variability in daily milk yield records. *J Dairy Sci.* 2023; 106(60):4133-4146.

Jakobsen JH, Madsen P, Jensen J, Pedersen J, Christensen LG, Sorensen DA. Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holsteins estimated in random regression models using REML. *J. Dairy Sci*. 2002; 85:1607-1616.

Llonch P, Hoffmann G, Bodas R, Mirbach D, Verwer C, Haskell MJ. 2020. Opinion paper: Measuring livestock robustness and resilience: are we on the right track? *Animal*. 2020; 14(4):667-669.

Mulder HA. Genomic selection improves response to selection in resilience by exploiting genotype by environment interactions. *Front. In Genet*. 2016; 7:178.

Oliveira HR, Brito LF, Silva FF, Lourenco DAL, Jamrozik J, Schenkel FS. Genomic prediction of lactation curves for milk, fat, protein, and somatic cell score in Holstein cattle. *J. Dairy Sci*. 2019; 102:452–463

Poppe M, Veerkamp RF, van Pelt ML, Mulder HA. Exploration of variance, autocorrelation, and skewness of deviations from lactation curves as resilience indicators for breeding. *J. Dairy Sci.* 2020; 103(2):1667-1684.

Poppe M, Mulder HA, van Pelt ML, Mullaart E, Hogeveen H, Veerkamp RF. Development of resilience indicator traits based on daily step count data ford airy cattle breeding. *Genet Sel Evol.* 2022; 54:21.

SAS (2016): Release 9.4 (TS1M1) of the SAS® System for Microsoft® Windows®. SAS Institute, Inc., Cary, USA.

Van Dixhoorn IDE, de Mol RM, van der Werf JTN, vyn Mourik S, van Reenen CG. Indicators of resilience during the transition period in dairy cows: a case study. *J Dairy Sci.* 2018; 101:10271-82.

Wilmink JBM. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Livest. Prod. Sci*. 1987; 16:335–348.

Wood, P. Algebraic Model of the Lactation Curve in Cattle. *Nature.* 1967; 216:164-165.

7. Seznam publikací, které předcházely metodice

7.1 Vědecké publikace

Kašná E., Zavadilová L., Vařeka J., Kyselová J. General resilience in dairy cows: A review. *Czech Journal of Animal Science*, 2022, 67(12): 475–482.

7.2 Recenzované články

Vařeka J., Zavadilová L., Kašná E. Obecná odolnost dojnic. *Náš chov,* 2023, 83 (10):18-21.

7.3 Odborné články

Kašná E., Zavadilová L., Vařeka J. Šlechtění dojnic v období klimatických změn. *Chovatelské listy*, 2022, (2):31-34.

Vařeka J., Kašná E. a Zavadilová L. Resilience dojnic - jaký je přínos pro chovatele? *Náš chov*, 2022, 82(9):51-52.

Vařeka J., Kašná E. a Zavadilová L. Reziliencia dojníc a jej prínos pre chovateľa. *Roľnické noviny*, 2022, (25):20.

7.4 Příspěvky na konferencích, přednášky, prezentace

Kašná E. 2022. Aktuální směry ve šlechtění dojeného skotu. *Přednáška na semináři „Příspěvek J. G. Mendela ke šlechtění hospodářských zvířat“*, 23. 3. 2022, Praha, VÚŽV Uhříněves.

Kašná E., Zavadilová L., Vařeka J. 2022. Resilience dojnic v České republice. In: *Genetická konference GSGM 2022, XXIX. Genetické dny*. Brno: KONVOJ, spol. s. r. o., Brno 2022, s. 62.

Kašná E., Zavadilová L., Vařeka J. 2023. Variability of daily milk yield in Holstein cows. In *Book of Abstracts of the 1st Regional Meeting of the European Federation of Animal Science*. Nitra, Slovakia: Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia, s. 95.

Kašná E., Zavadilová L., Vařeka J. 2023. Daily milk yield variance ad an indicator trait in Holstein cattle. In: *Book of Abstracts ot the 31st International Symposium Animal Science Days.* Lipica, Slovenia.

Kašná E., Zavadilová L., Vařeka J., Krupová Z., 2022. Culling reasons in Czech dairy cattle. In: *Book of Abstracts of the 73rd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, s. 600.

Vařeka J., Zavadilová L., Kašná E. 2022. Resilience jako nová vlastnost ve šlechtění dojeného skotu. In Příspěvek Věda o hospodářských zvířatech v Čechách a na Moravě. Praha Uhříněves: Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. Praha Uhříněves Oddělení genetiky a šlechtění hospodářských zvířat, s. 48-52.

Vařeka J., Zavadilová L., Kašná E. 2023 Lactation curves in monitoring cows’ resilience. In *Book of Abstracts of the 1st Regional Meeting of the European Federation of Animal Science*. Nitra, Slovakia: Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia, s. 39. ISSN

Vařeka J., Zavadilová L., Kašná E., Štípková M. a Vostrý L. 2022 Relationships between conformation traits and health traits in Czech Holstein cows. In *Book of Abstracts of the 73rd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science.* Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, s. 599.

Zavadilová L., Kašná E., Vařeka J., Krupová Z. 2023 Daily milk yield, variance and skewness of milk deviations in cows' resilience. In *Book of Abstracts of the 74th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, s. 414.

8. Jména oponentů a názvy jejich organizací

Ing. Zdenka Majzlíková
Česká plemenářská inspekce, Praha

doc. Ing. Karel Mach, CSc.
Emeritní docent, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Česká zemědělská univerzita, Praha

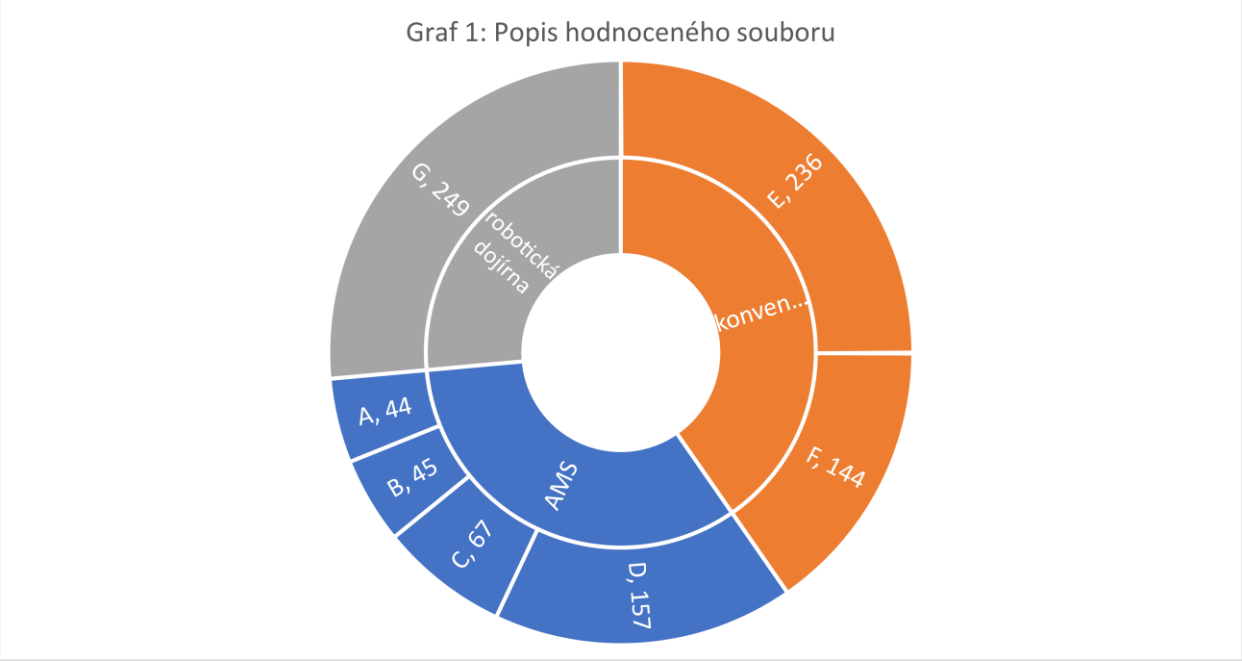
9. Dedikace

Metodika vznikla s podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství ČR, projektu NAZV QK22020280.

10.Přílohy

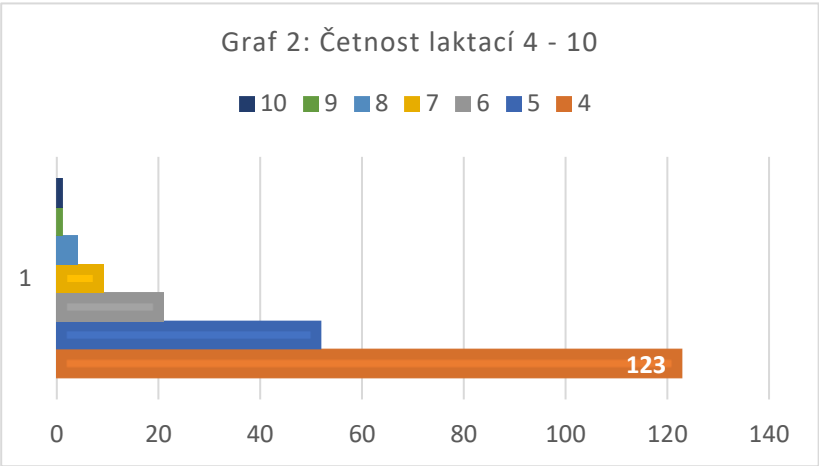
10.1 Popis datového souboru

K ověření navržených postupů byla použita interní databáze VÚŽV, která uchovává denní nádoje ze sedmi spolupracujících zemědělských podniků A-G. Podniky využívaly tři různé technologie dojení, jak znázorňuje Graf 1.



A-G – hodnocené podniky a počty sledovaných dojnic; technologie dojení: 4 podniky s AMS, tj. dojicím robotem, 1 podnik s kruhovou robotickou dojírnou, 2 podniky s konvenční dojírnou.

Do výpočtu byly použity první až desátá laktace, když čtvrtá až desátá laktace byly sloučeny do jedné třídy:

	Počet	Podíl %
		
1. laktace	351	37.26
2. laktace	238	25.27
3. laktace	142	15.07

Plemenná příslušnost je popsána v Tab. 1, přičemž počet C100 byl 99 a H100 757 krav. Skupina kříženců je představována jedinci, u kterých ani jedno plemeno výrazně nepřevažuje. Tři sledované podniky byly zaměřeny na chov holštýnského skotu, jeden podnik choval české strakaté plemeno, na dvou farmách byla zastoupena obě plemena, na jedné převážně různopodíloví kříženci obou plemen.

Tab. 1: Počty sledovaných dojnic podle plemene

Plemenná skupina	Četnost	Relativní četnost (%)
C ≥ 75 (C)	111	11,78
H ≥ 75 (H)	801	85,03
C × H (K)	30	3,18

C – české strakaté; H – holštýnské; K - kříženky

Období otelení je soustředěno převážně do konce roku 2022, kdy byl zahájen sběr dat, a první poloviny roku 2023 (viz Tab. 2).

Tab. 2: Rok a období otelení

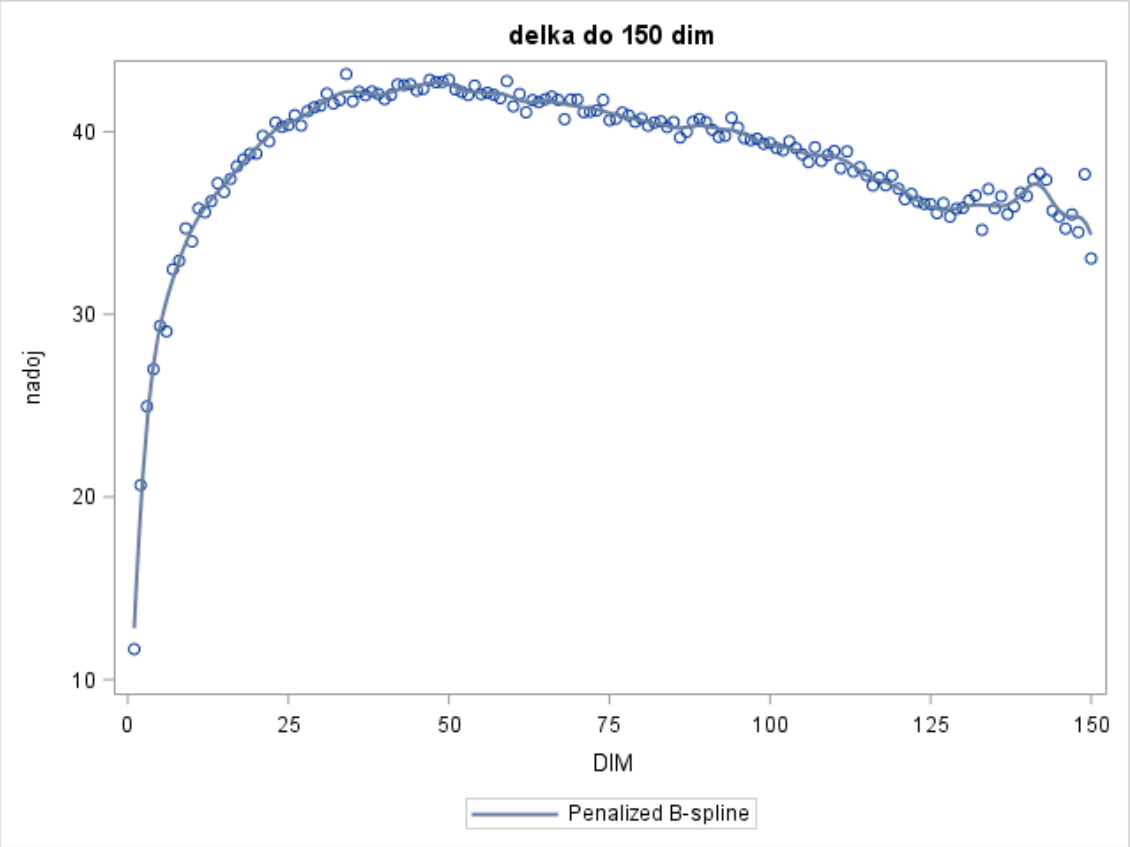
		Období otelení v měsících roku				
		leden–březen	duben–červen	červenec–září	říjen–prosinec	*Součet*
Rok otelení	2022	0	23	47	214	*284*
	2023	359	299	0	0	*658*
	Součet	*359*	*322*	*47*	*214*	*942*

Jak je zřejmé z Tab. 3, nejnižší počty byly analyzovány pro laktaci do 150 dnů a do 305 dnů. Kategorie v širším rozpětí 150-250 dnů má vyšší počet na úkor srovnatelnosti hodnot ukazatelů obecné odolnosti.

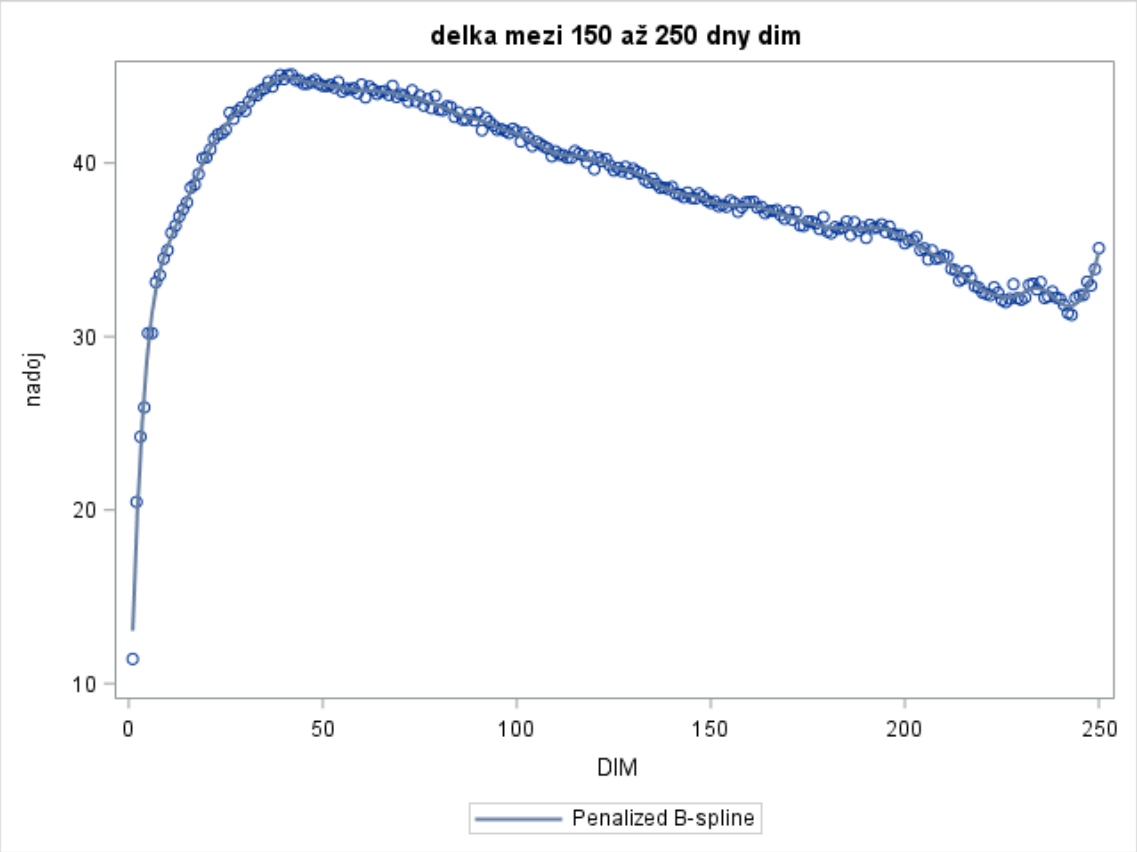
Tab. 3: Délka analyzované laktace

Délka laktace ve dnech	Počet	Podíl (%)	Průměrný počet nádojů	Průměrná délka ve dnech
150 dnů	183	19.43	132,6	137,1
150-250 dnů	498	52.87	184,9	198,0
305 dnů	261	27.71	257,0	280,0

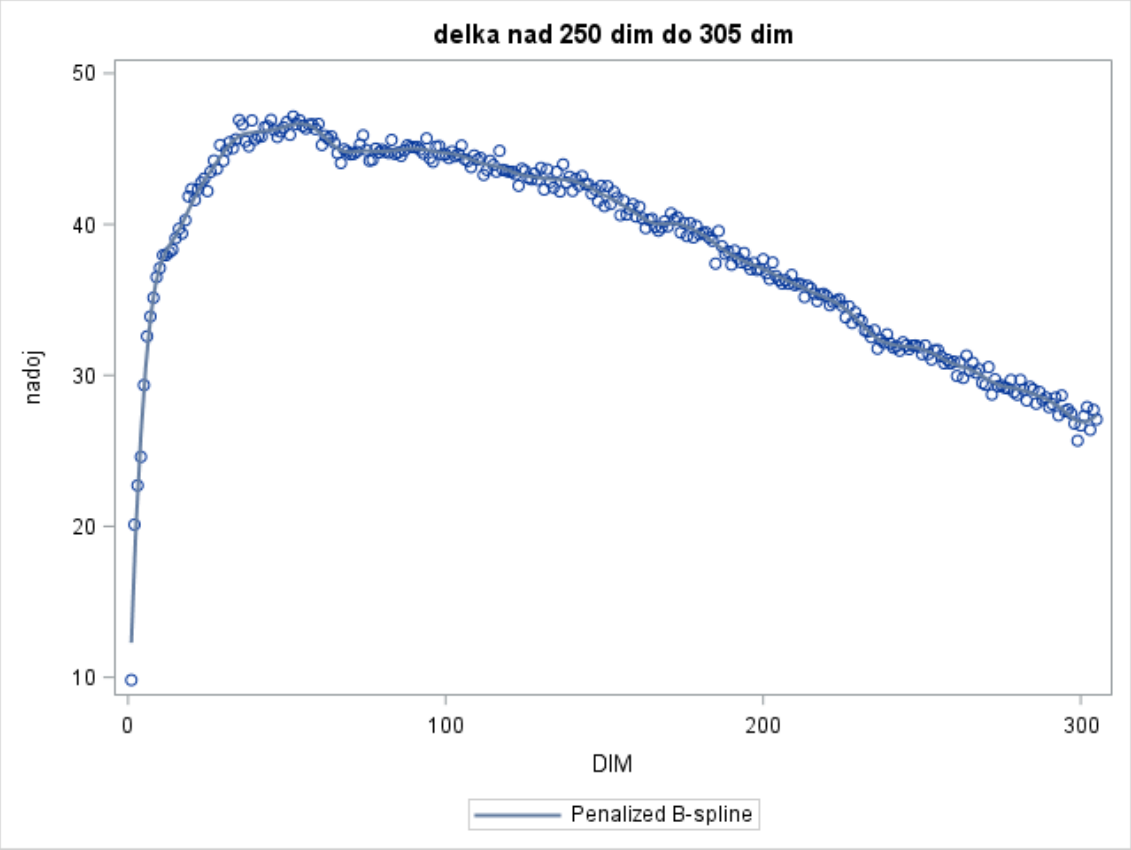
Graf 3: Laktační křivka pro laktace o délce 150 dnů



Graf 4: Laktační křivka pro laktace o délce mezi 150 až 250 dny laktace



Graf 5: Laktační křivka pro laktace o délce 305 dnů



10.2 Popis ukazatelů resilience

Z Tab. 4 až 6 plyne, že průměr logaritmu variance denní užitkovosti LnVar_R je vyšší než průměr logaritmu variance odchylek od očekávané užitkovosti LnVar. Průměr autokorelací r_{auto} je kladný, průměr šikmosti je záporný. Průměr denní užitkovosti je velmi podobný pro všechny délky laktace. SD je nejvyšší u ukazatelů pro délku laktace do 305 dnů a pro průměr denní užitkovosti u laktace do 150 dnů.

Tab. 4: Základní statistické hodnoty pro ukazatele obecné odolnosti pro délku laktace do 150 dnů

Ukazatel obecné odolnosti	N	Průměr	SD	Min	Max
Logaritmus variance denní užitkovosti	183	3,64	0,70	2,02	5,53
Logaritmus variance odchylek od očekávané užitkovosti	183	2,88	0,94	0,98	5,17
Autokorelace odchylek od očekávané užitkovosti	183	0,21	0,32	-0,46	0,81
Šikmost odchylek od očekávané užitkovosti	183	-0,67	0,78	-4,18	2,00
Průměr denní užitkovosti	183	39,04	7,31	12,81	57,70

N – počet pozorování; SD směrodatná odchylka; Min – minimální hodnota; Max – maximální hodnota

Tab. 5: Základní statistické hodnoty pro ukazatele obecné odolnosti pro délku laktace do 250 dnů

Ukazatel obecné odolnosti	N	Průměr	SD	Min	Max
Logaritmus variance denní užitkovosti	498	3,73	0,74	1,33	6,16
Logaritmus variance odchylek od očekávané užitkovosti	498	2,93	0,87	0,74	5,45
Autokorelace odchylek od očekávané užitkovosti	498	0,23	0,32	-0,53	0,86
Šikmost odchylek od očekávané užitkovosti	498	-0,86	0,88	-3,90	2,42
Průměr denní užitkovosti	498	39,82	6,86	17,36	58,99

N – počet pozorování; SD směrodatná odchylka; Min – minimální hodnota; Max – maximální hodnota

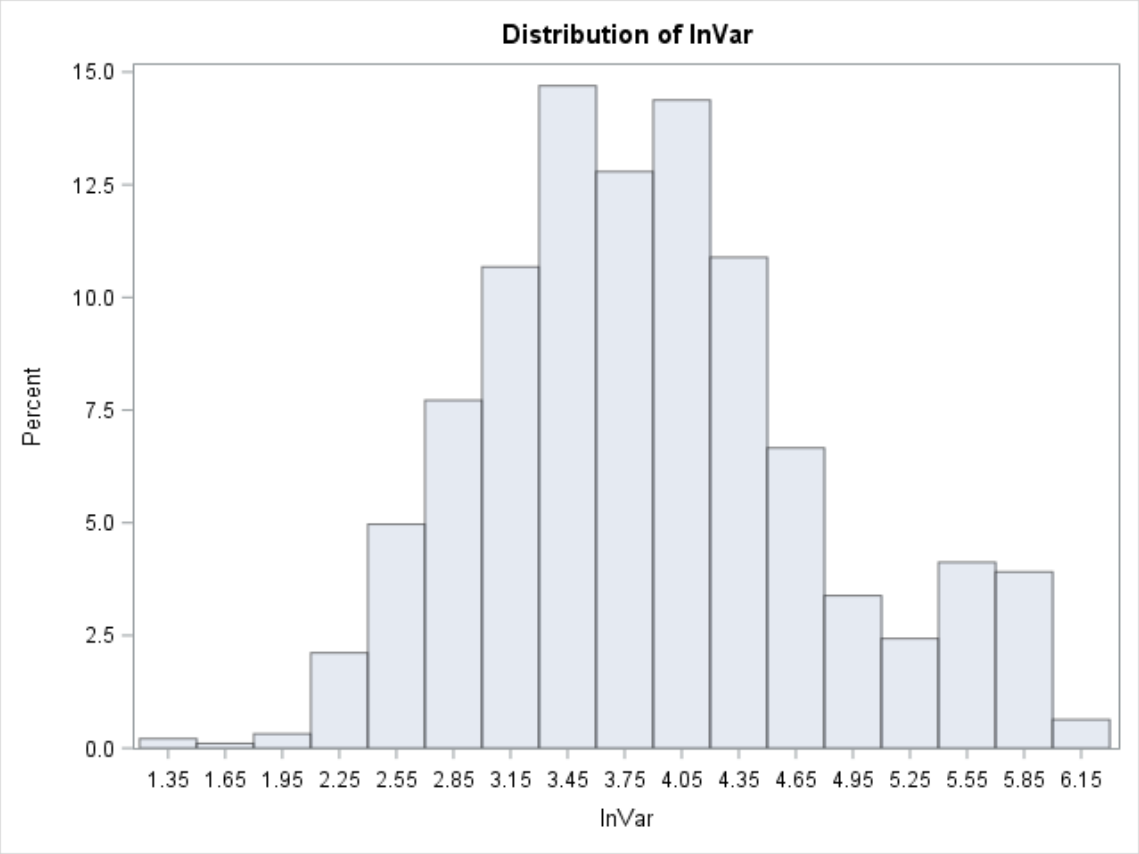
Tab. 6: Základní statistické hodnoty pro ukazatele obecné odolnosti pro délku laktace do 305 dnů

Ukazatel obecné odolnosti	N	Průměr	SD	Min	Max
Logaritmus variance denní užitkovosti	261	4,35	1,08	1,83	6,18
Logaritmus variance odchylek od očekávané užitkovosti	261	3,58	1,22	1,35	5,51
Autokorelace odchylek od očekávané užitkovosti	261	0,34	0,28	-0,54	0,85
Šikmost odchylek od očekávané užitkovosti	261	-0,86	1,14	-3,72	1,00
Průměr denní užitkovosti	261	39,62	6,75	15,26	54,39

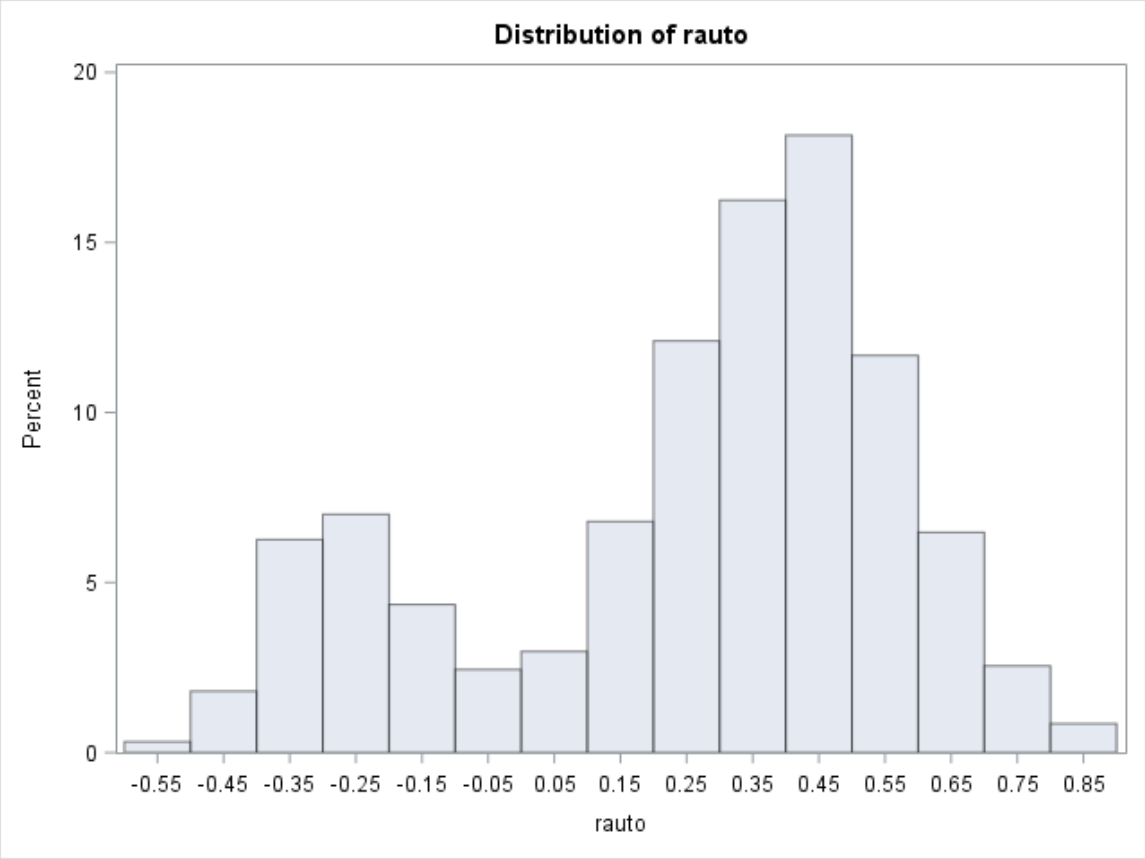
N – počet pozorování; SD směrodatná odchylka; Min – minimální hodnota; Max – maximální hodnota

Přirozené logaritmy obou variancí přiblížily rozdělení jejich četností normálnímu rozdělení, jak ilustruje Graf 7 pro logaritmus variance denního nádoje. Graf 8 ukazuje rozdělení četností lag-1 autokorelací v souboru, které vykázaly plošší než normální rozdělení s převahou kladných hodnot a druhotným peakem v záporných hodnotách. Naopak z Grafu 9 vyčteme, že u šikmosti odchylek hodnocených na základě laktací do 150. dne převažovaly záporné hodnoty, což platilo i pro ostatní hodnocené délky laktací.

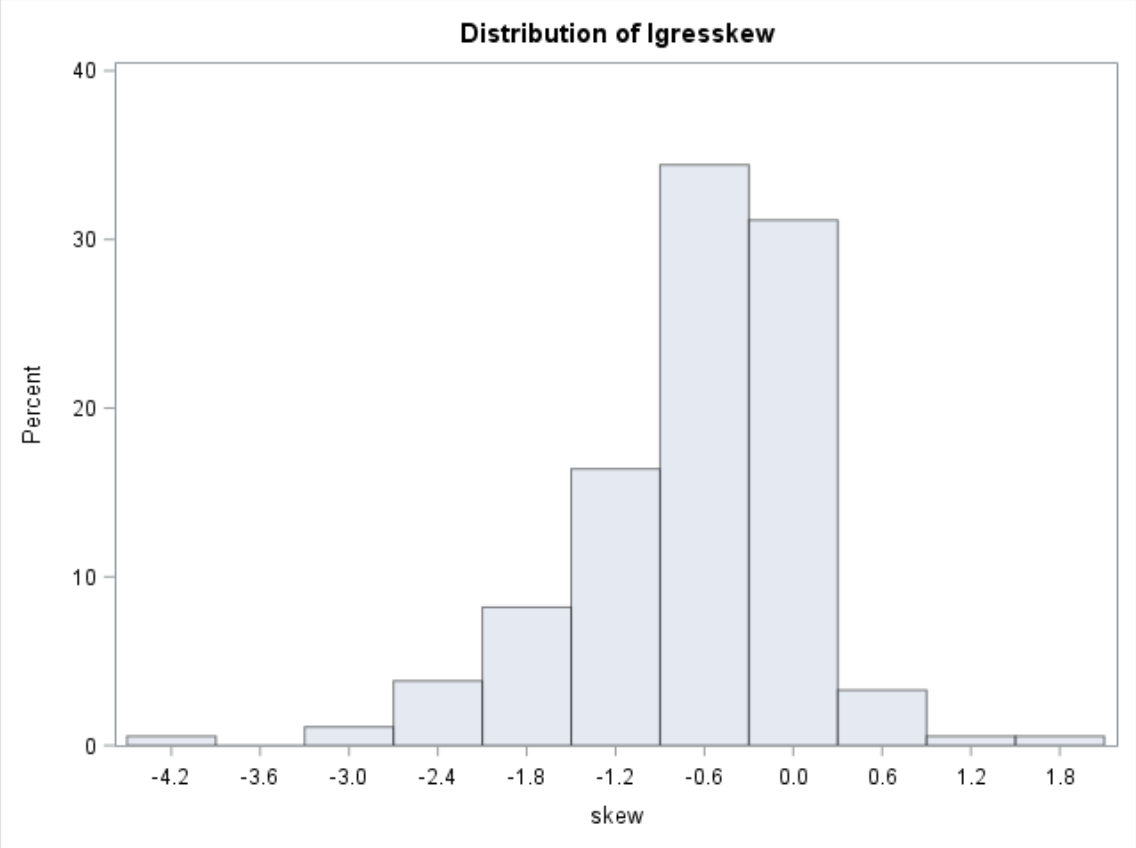
Graf 7: Rozložení četností pro přirozený logaritmus variance denního nádoje LnVar_R



Graf 8: Rozložení četnosti pro lag-1 autokorelaci odchylek od predikované laktační křivky.



Graf 9: Rozložení četnosti pro šikmost odchylek od očekávané užitkovosti pro laktace o délce 150 dnů.



10.3 Hodnocení ukazatelů resilience metodou nejmenších čtverců

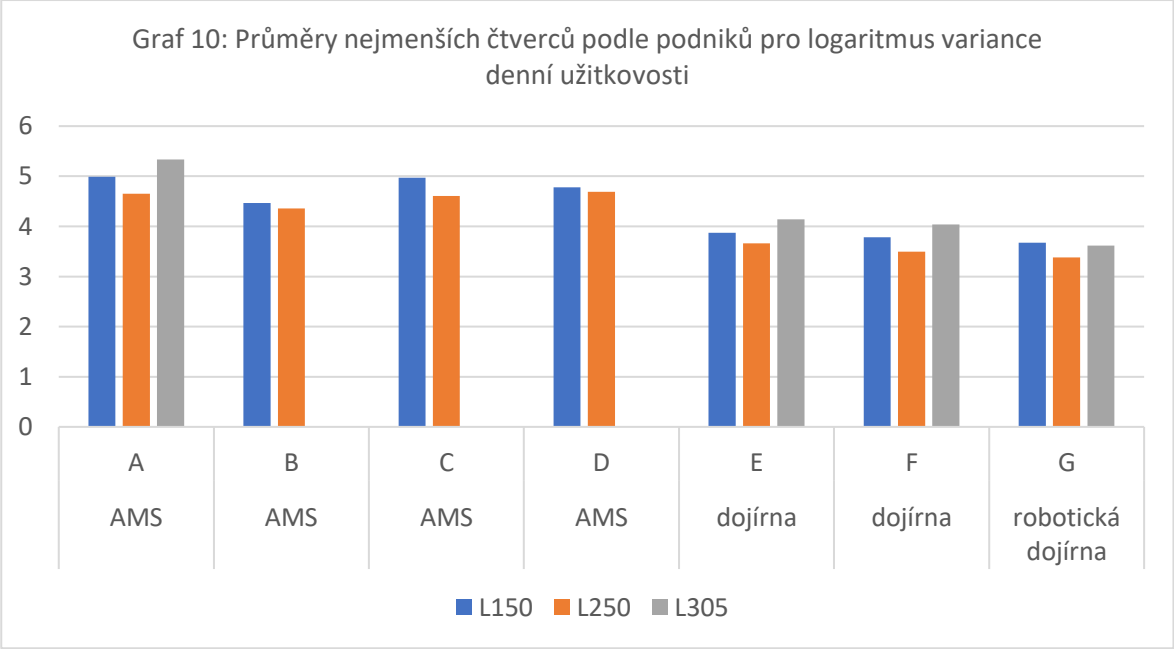
Kolísání denní užitkovosti popsané vlastní variancí, variancí odchylek a jejich autokorelací bylo statisticky významně ovlivněno jak podnikem, rokem a obdobím otelení, tak i pořadím laktace či efektem průměrné užitkovosti za laktaci v rámci plemenné skupiny. Naopak šikmost odchylek byla ovlivněna především podnikem, rokem a obdobím otelení, ale jen velice málo vlastní užitkovostí či plemenem dojnice.

Tab. 7: Výsledky analýzy metodou nejmenších čtverců – významnost efektů v modelu

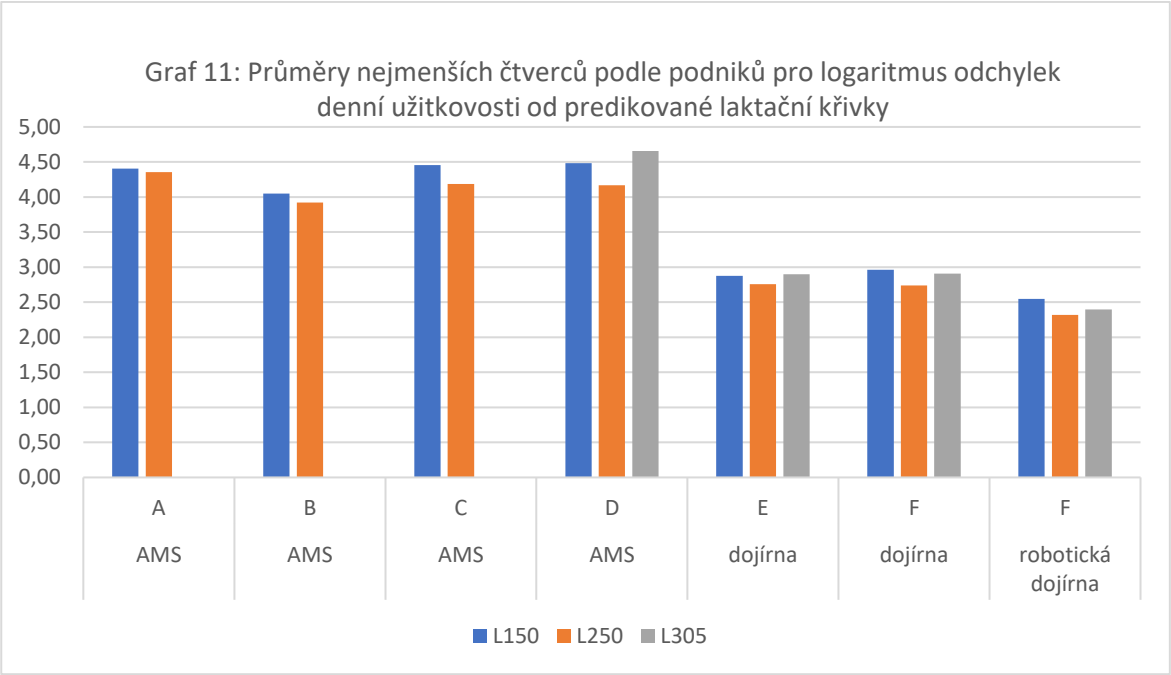
	LnVar_R			LnVar			r_{auto}			šikmost		
Délka laktace	150	250	305	150	250	305	150	250	305	150	250	305
podnik	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Rok a sezóna	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**	ns
Pořadí laktace	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	ns
Užitkovost uvnitř plemene	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns

LnVar_R – logaritmus variance denní užitkovosti; LnVar – logaritmus variance odchylek od očekávané užitkovosti; r_{auto} – lag-1 autokorelace odchylek od očekávané užitkovosti; šikmost – šikmost odchylek od očekávané užitkovosti

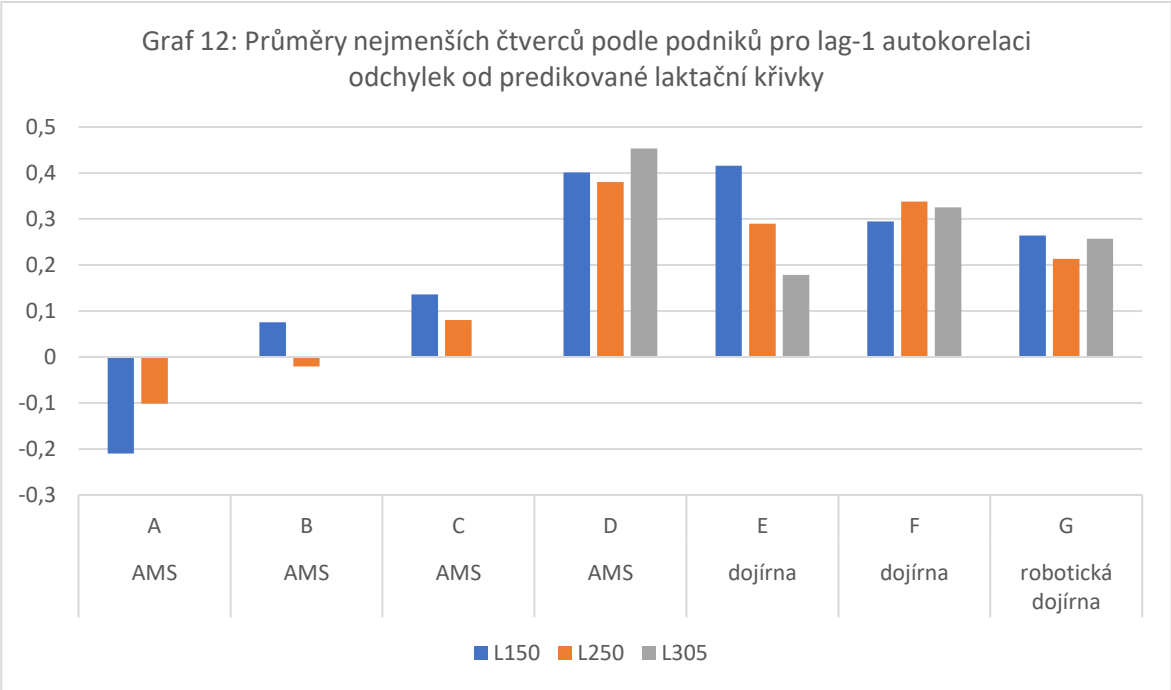
Podnik kombinovaný s typem dojení statisticky významně ovlivnil všechny ukazatele. Zejména u AMS dojení pozorujeme vyšší hodnoty pro variabilitu užitkovosti i odchylek (Graf 10 a Graf 11) s tím, že nárůst s délkou hodnoceného úseku laktace je nepatrný. Vyšší podíl kladných autokorelací vyčteme z Grafu 12 u podniků s dojírnami, který ukazuje i několik nízkých záporných průměrů u podniků s AMS. Graf 13 ukazuje převažující podíl záporných hodnot šikmosti odchylek, které měly tendenci klesat s rostoucí délkou laktace.



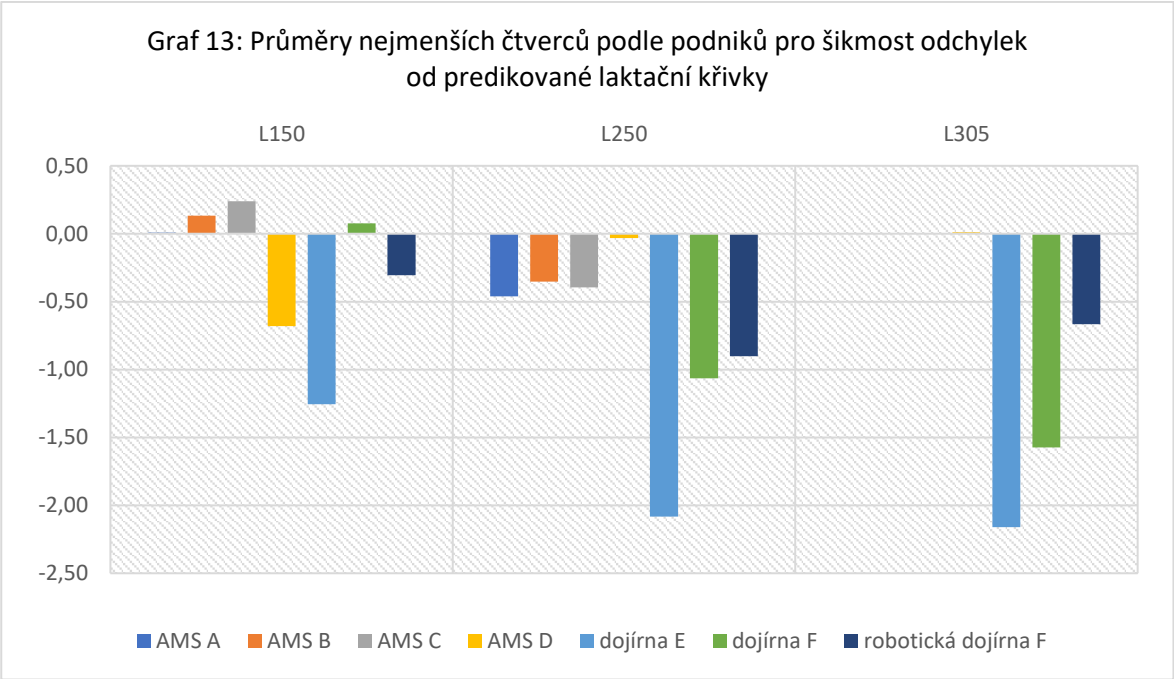
L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; AMS – dojicí robot



L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; AMS – dojicí robot

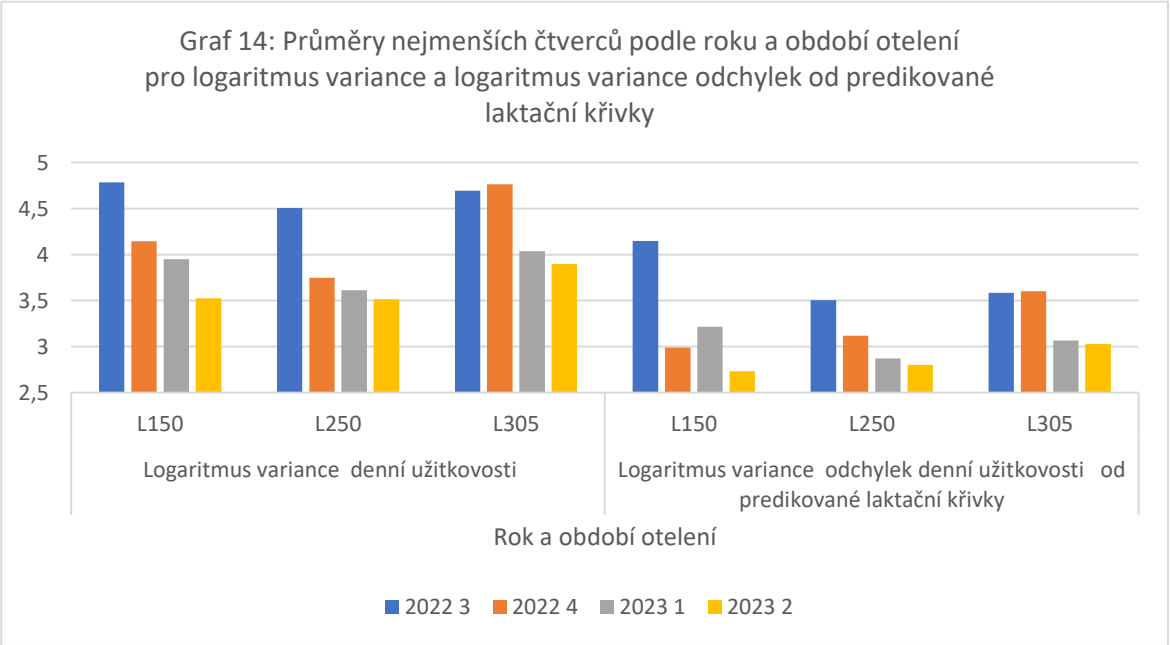


L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; AMS – dojicí robot

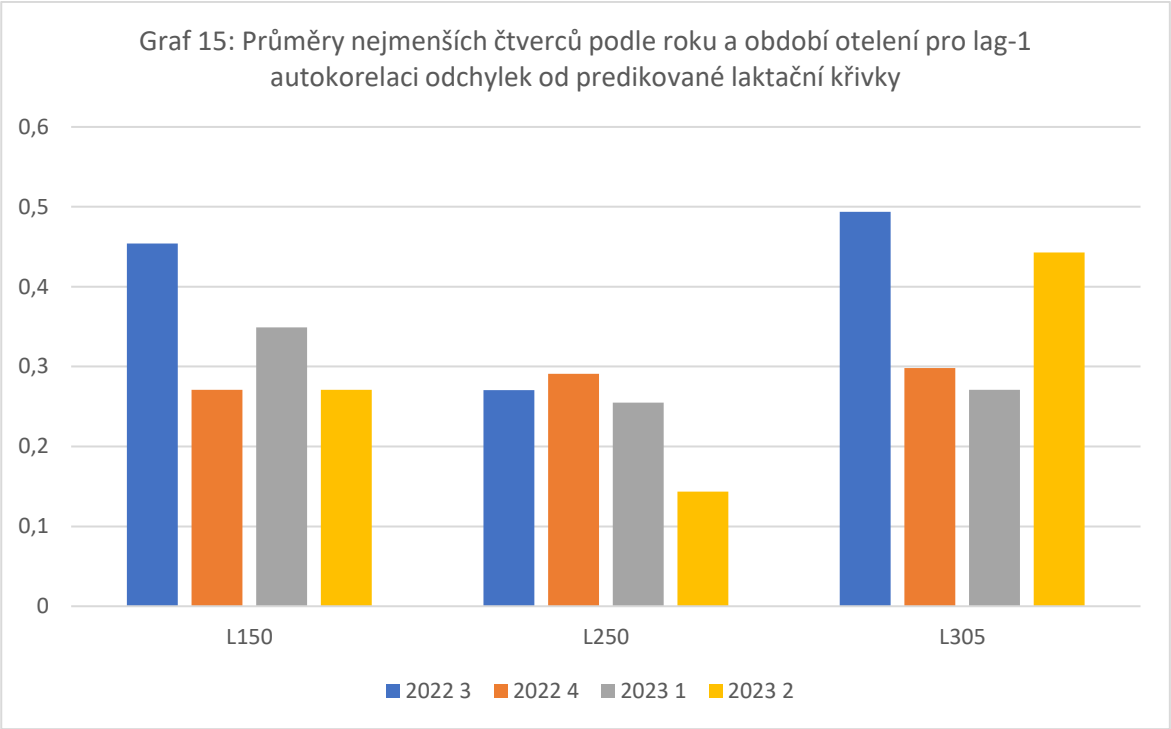


L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; AMS – dojicí robot

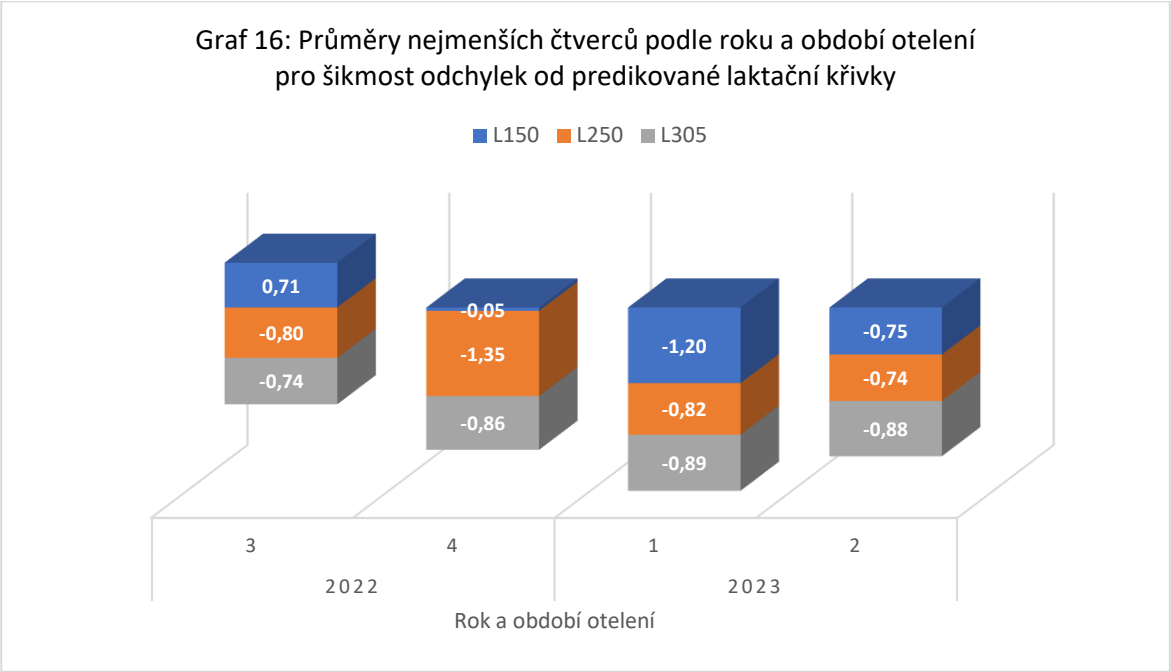
Rok a období otelení poskytly průměry nejmenších čtverců pro variance denní užitkovosti i pro odchylky denní užitkovosti (viz Graf 14) které klesaly od roku 2022 do roku 2023, i když ne zcela pravidelně, podobně se chovaly autokorelace (Graf 15). Také šikmost odchylek (viz Graf 16) byla extrémně odlišná pro rok 2023 a délku laktace 150 dní. Tento odhad byl kladný na rozdíl od ostatních záporných hodnot.



L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; období otelení 1–leden až březen, 2–duben až květen, 3–červenec až září, 4–říjen až prosinec

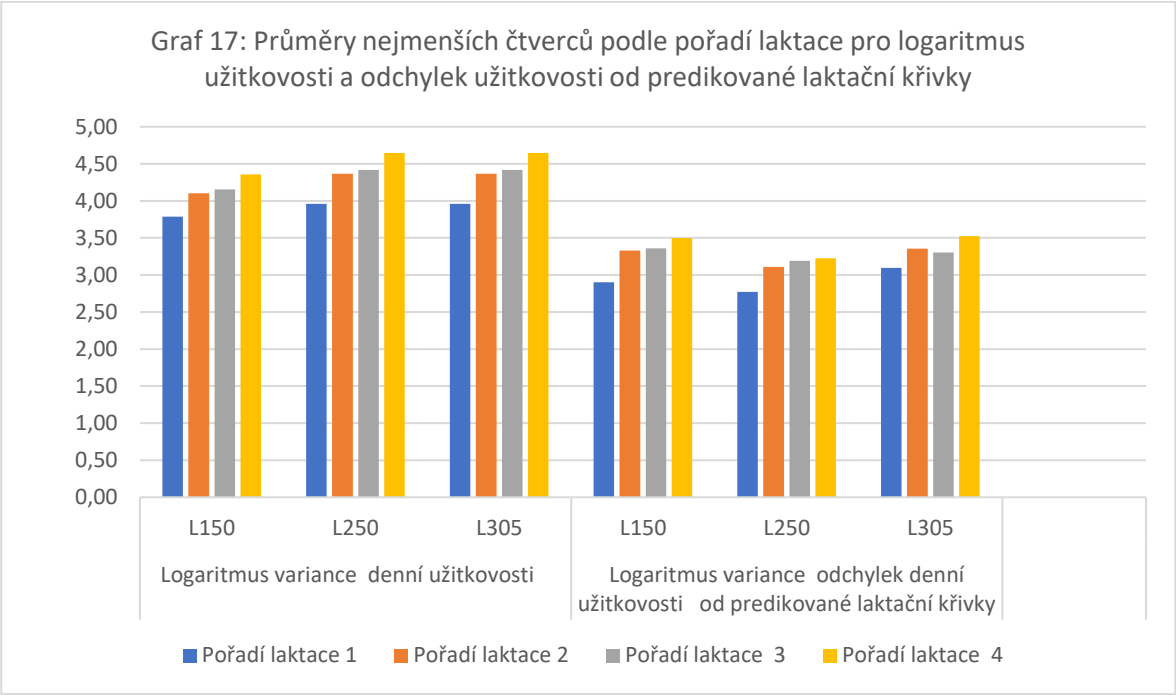


L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; období otelení 1–leden až březen, 2–duben až květen, 3–červenec až září, 4–říjen až prosinec

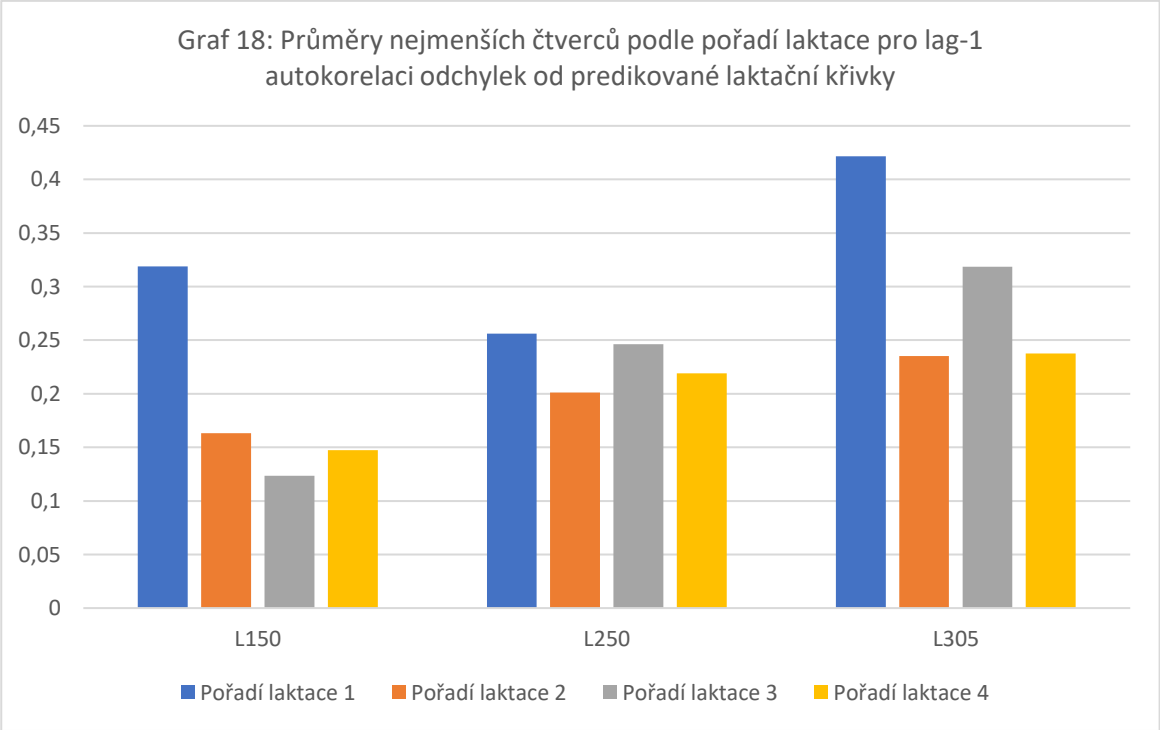


L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; období otelení 1–leden až březen, 2–duben až květen, 3–červenec až září, 4–říjen až prosinec

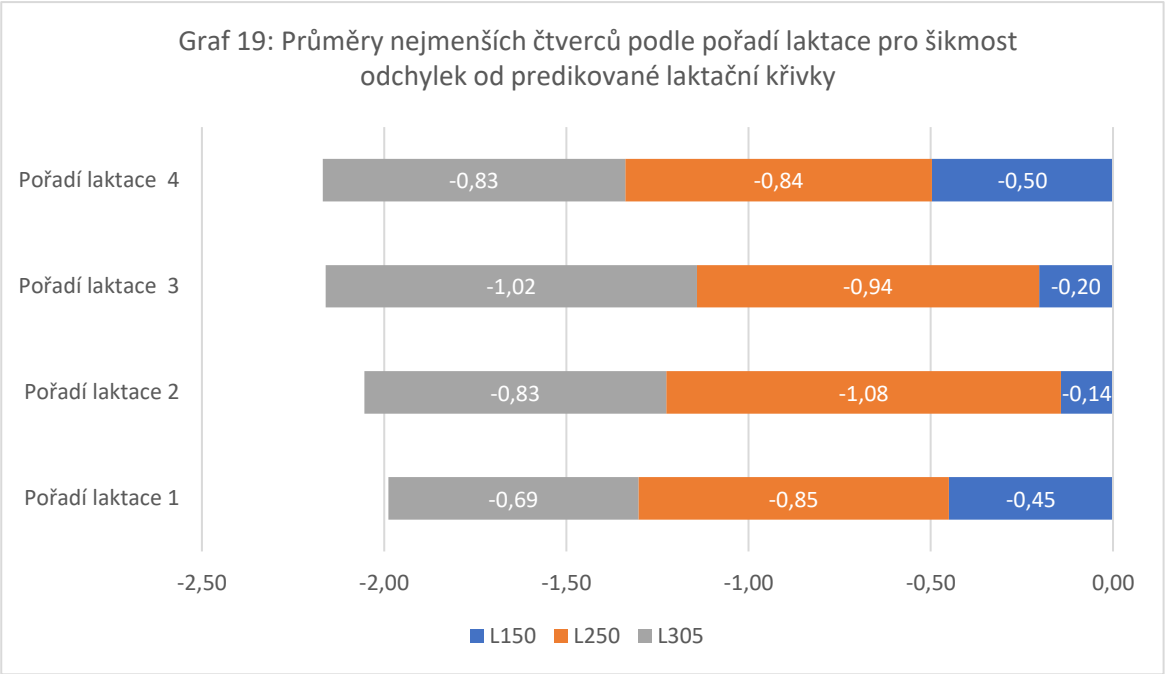
Pořadí laktace (viz Graf 17) vykazovalo trend zvyšujících se hodnot obou logaritmů variance úměrně s pořadím laktace. Rozdíly mezi pořadím laktace nebyly příliš velké ani v rámci délky hodnocené laktace. Naopak hodnota autokorelace s pořadím laktace klesala s výrazným rozdílem mezi první a dalšími pořadími pro délku laktace 150 nebo 305 dnů (Graf 18). Jak dále můžeme vidět na Grafu 19, šikmost odchylek podle pořadí laktace a trend změn se liší mezi hodnocenými délkami laktace. Např. pro délku laktace 305 dnů jsou průměry nejmenších čtverců nízké na rozdíl od ostatních délek laktace.



L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů

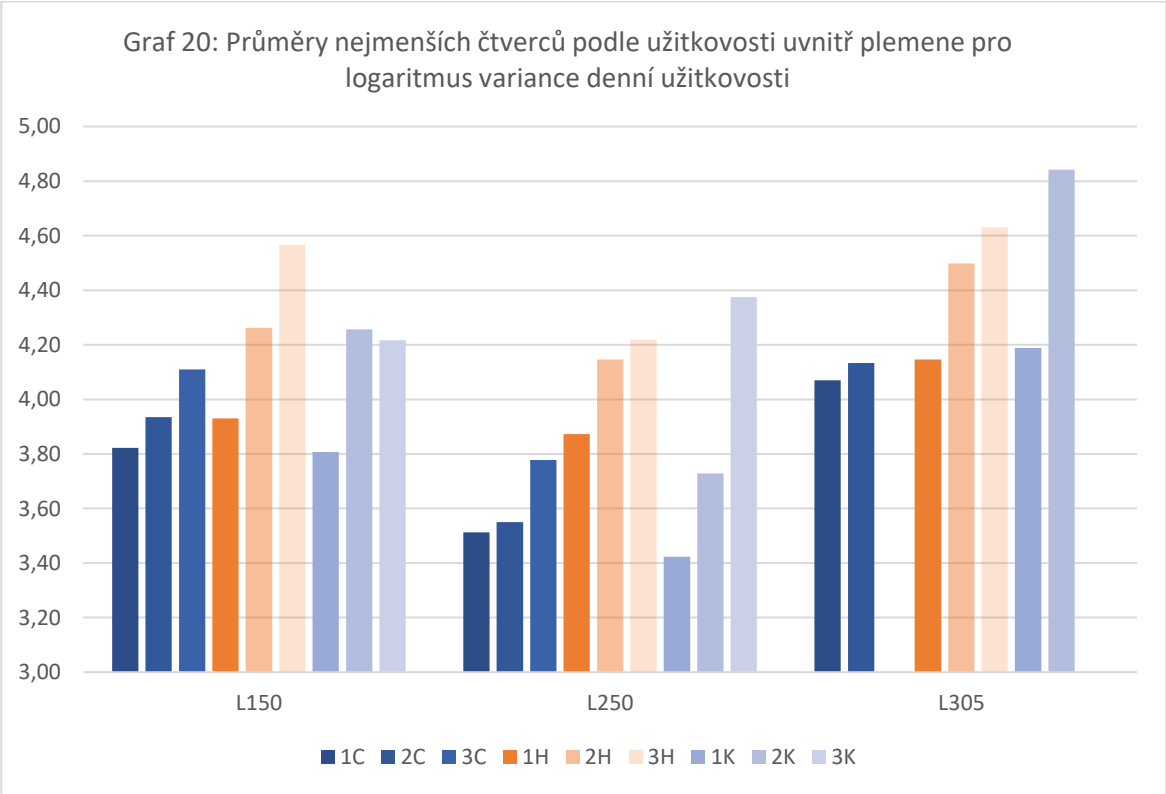


L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů

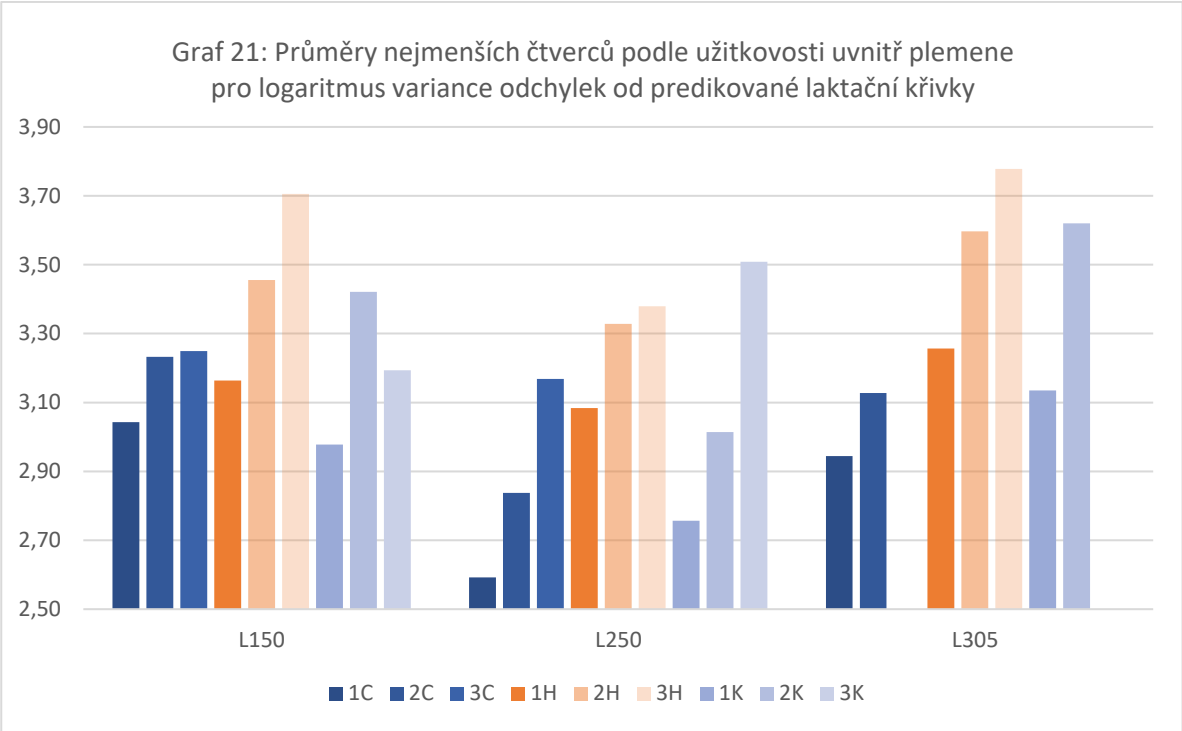


L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů

Také plemeno zejména v kombinaci s průměrnou denní užitkovostí statisticky významně ovlivňovalo ukazatele resilience, avšak s výjimkou šikmosti. Průměry obou logaritmů variancí (viz Graf 20-21) rostly s výší užitkovosti, ale rozdílně uvnitř plemen a kříženců.

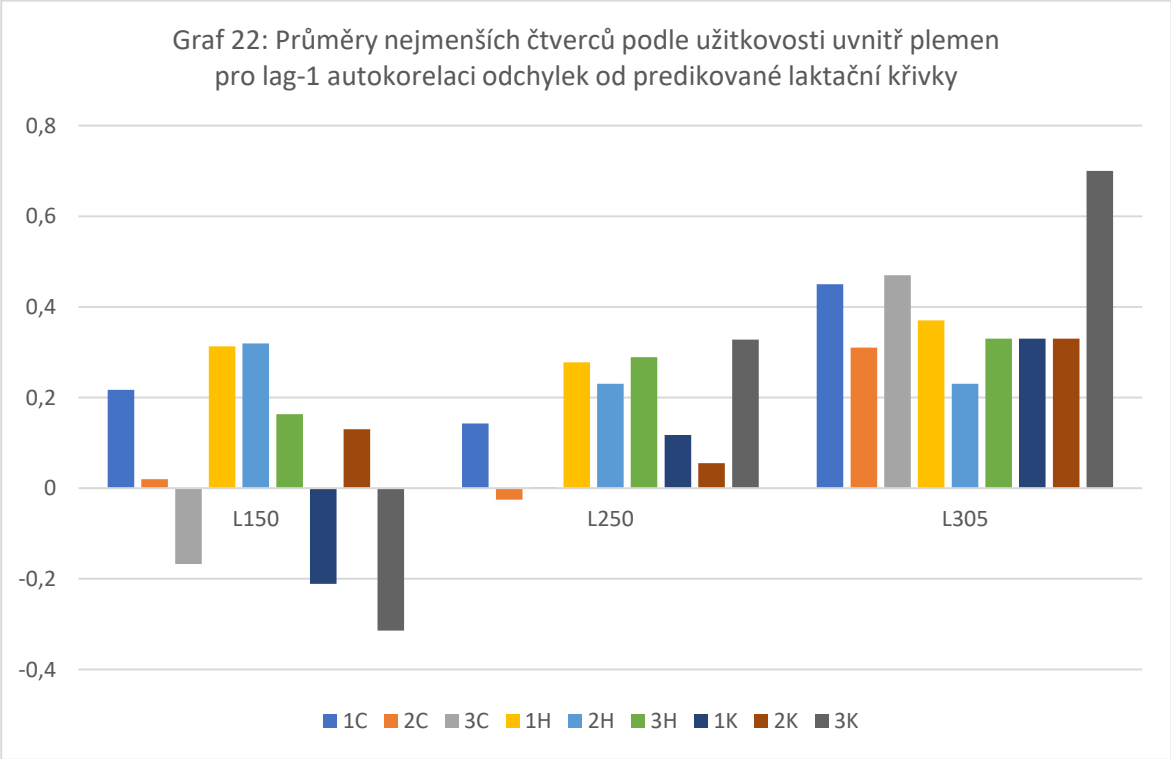


L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; skupiny dle průměrné denní užitkovosti (1 nízká průměrná denní užitkovost, 2 střední průměrná denní užitkovost, 3 vysoká průměrná denní užitkovost) ve skupinách podle plemen (C – české strakaté plemeno, H – holštýnský skot, K – kříženci)



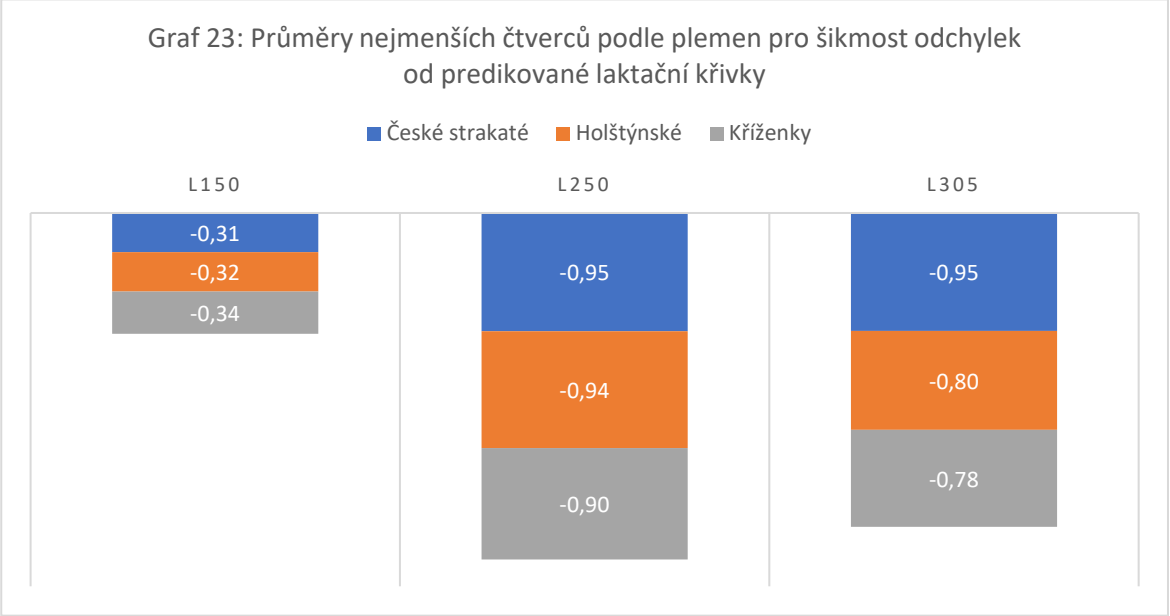
L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; skupiny dle průměrné denní užitkovosti (1 nízká průměrná denní užitkovost, 2 střední průměrná denní užitkovost, 3 vysoká průměrná denní užitkovost) ve skupinách podle plemen (C – české strakaté plemeno, H – holštýnský skot, K – kříženci)

Odlišnosti se objevovaly i ve skupinách podle délky laktace, které byly zřetelné zejména u autokorelací (Graf 22), a zejména u krátkých laktací (L150) měly tendence vykazovat záporné hodnoty.

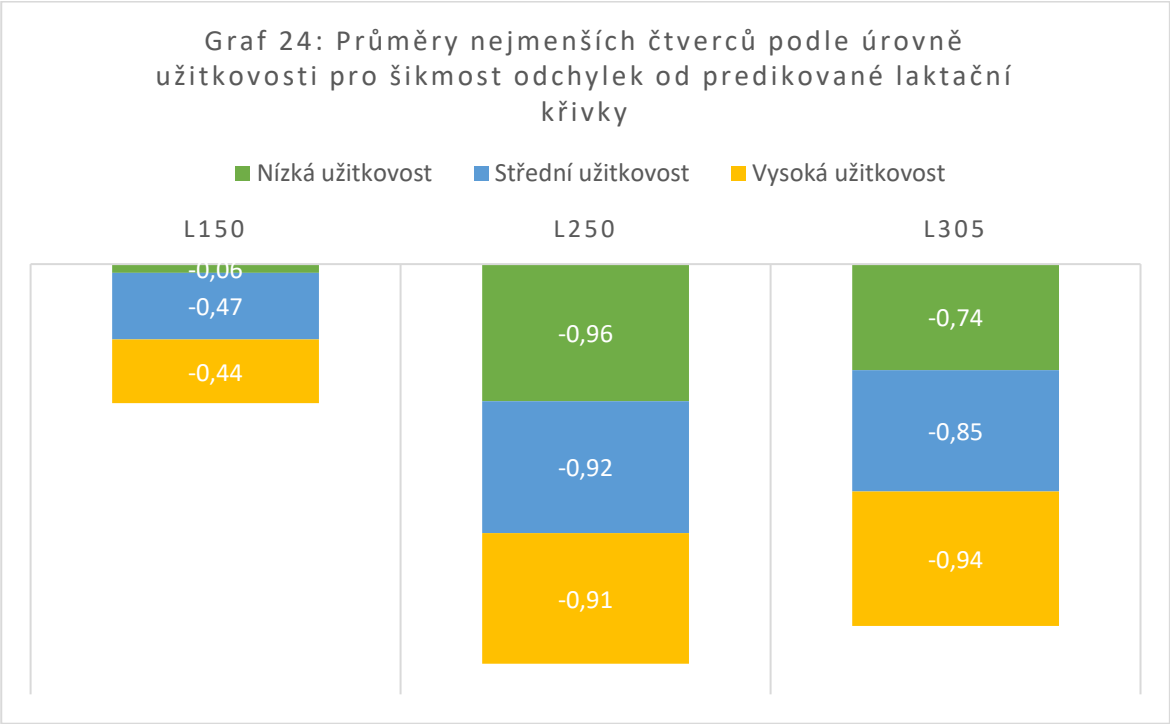


L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů; skupiny dle průměrné denní užitkovosti (1 nízká průměrná denní užitkovost, 2 střední průměrná denní užitkovost, 3 vysoká průměrná denní užitkovost) ve skupinách podle plemen (C – české strakaté plemeno, H – holštýnský skot, K – kříženci)

Šikmost odchylek nebyla statisticky významně ovlivněná plemenem (Graf 23) a jen málo užitkovostí (Graf 24). Průměry nejmenších čtverců pro šikmost jsou nízké pro laktaci do 150 dnů, a to jak pro plemeno, tak pro užitkovost (Graf 23, 24). Pro obě zbývající kategorie délky laktace, 250 a 305 dnů laktace, jsou hodnoty velmi podobné.



L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů



L150 – laktace do 150 dnů; L250 laktace do 250 dnů; L305 – laktace do 305 dnů

10.4 Závěr

Na základě denních nádojů krav ze sedmi spolupracujících podniků byly navrženy a vyhodnoceny možné indikátory resilience dojnic. Kolísání užitkovosti popsaly celkem čtyři parametry, a to variance denního nádoje, a dále tři ukazatele definovaní na základě odchylek skutečné užitkovosti od predikované laktační křivky, konkrétně variance, lag-1 autokorelace a šikmost odchylek. Všechny hodnocené ukazatele byly statisticky významně ovlivněny systematickými efekty prostředí jako je podnik (potažmo využitá technologie dojení), rok a období otelení, pořadí laktace a průměrná užitkovost dojnice. Byly také shledány patrné rozdíly mezi hodnocenými plemennými skupinami. Při dalších analýzách, tj. při odhadech genetických parametrů i genomických plemenných hodnot, bude třeba tyto efekty zohlednit v modelových rovnicích. Vzhledem k systému genetického hodnocení v ČR bude nadále resilience vyhodnocována pro obě plemena odděleně. Otázkou zůstává hodnocení kříženců, kde je možné vzhledem k nízkému podílu takových zvířat a spíše specializaci podniků na chov jednoho či druhého plemene zůstat u stanovení fenotypu. Dalším možným krokem je zjištění podílu neaditivních vlivů.

Vydal: Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhříněves

Název: Měření obecné resilience u dojnic

Autoři: Ing. Eva Kašná, Ph.D. (50 %)
Ing. Ludmila Zavadilová, CSc. (30 %)
Ing. Jan Vařeka (20 %)

Oponenti: Ing. Zdenka Majzlíková
Česká plemenářská inspekce, Praha

doc. Ing. Karel Mach, CSc.
Emeritní docent, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Česká zemědělská univerzita, Praha

Dedikace: Metodika byla vypracována v rámci řešení projektu NAZV QK22020280.

ISBN 978-80-7403-308-7.

Vydáno bez jazykové úpravy.

© Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhříněves

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.

Přátelství 815

104 00 Praha Uhříněves

www.vuzv.cz