

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Nové selekční indexy pro šlechtění holštýnských dojnic**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Kateřina Rebcová**

**Obor studia: Živočišná produkce**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Luděk Stádník, Ph.D.**

© 2019 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Nové selekční indexy pro šlechtění holštýnského skotu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17. 4. 2019

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé práce, doc. Ing. Ludřkovi Stádníkovi, Ph.D., za odborné vedení při psaní této bakalářské práce. Dále bych poděkovala firmě CRV Czech Republic, spol. s r.o., zvláště pak Ing. Marii Markové, za poskytnutí cenných informací. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat spolužačkám Kristýně Melounové a Ivaně Hovorkové, rodičům a mému příteli za jejich pomoc, trpělivost a podporu během celé doby studia.

# Nové selekční indexy pro šlechtění holštýnských dojnic

## Souhrn

Účelem šlechtění by mělo být zlepšení hospodárnosti chovu a maximalizace genetického zisku. Proto jsou do plemenitby vybírána zvířata dle určitých kritérií. Tato kritéria jsou vyjadřována plemennou hodnotou, která je genetickým parametrem jedince. Jedinci je tak přiřazena určitá úroveň zařazení v populaci. Zavedením používání selekčních indexů (souhrnné plemenné hodnoty) se dosáhlo výrazného zlepšení v oblasti šlechtění. Selekční indexy tedy slouží k výběru nejvhodnějších jedinců zařazovaných do plemenitby. Plemenná hodnota je stanovována pro velký počet vlastností v kontrole užitkovosti. Jednotlivé plemenné hodnoty jsou sloučeny do souhrnného ukazatele, selekčního indexu. Plemenným hodnotám jsou přiřazeny váhy dle důležitosti a podílu na genetickém zisku v selekčním cíli chovatele. Proto je nutné do selekčních indexů kombinovat plemenné hodnoty takovým způsobem, aby co nejpřesněji předpovídaly souhrnnou genetickou hodnotu jedince. Tato souhrnná hodnota bývá vyjádřena ekonomickým přínosem pro chovatele.

Cílem této práce bylo popsat a porovnat používané selekční indexy u holštýnského skotu v různých státech a analyzovat jednotlivá kritéria. Práce byla zaměřena i na složení jednotlivých indexů. Odlišnost jednotlivých selekčních indexů v různých zemích vychází z odlišných podmínek v těchto zemích. K porovnání byly vybrány chovatelsky vyspělé země (USA, Kanada, Francie, Německo, Holandsko, Itálie a skandinávské země). Tyto země se liší v různých aspektech. Selekční indexy se v těchto zemích liší jak zastoupením jednotlivých vlastností, tak i šlechtitelským cílem dané země, systémem chovu a mnoha dalšími faktory. Dále byla práce zaměřená na selekční indexy používané v ČR, kde byl u plemene holštýn, jako u prvního v ČR, vypracován a zaveden souhrnný selekční index. Tento index kombinuje celou řadu vlastností, hodnocených pomocí plemenných hodnot, do jednoho čísla. Ve své práci jsem zmínila i nově vznikající selekční indexy, které se nyní pomalu, ale jistě začínají uplatňovat v praxi.

V dnešní době nezastupitelnou roli v oblasti šlechtění a selekce holštýnského skotu plní relativně nový vědní obor nazývaný genomika. Cílem genomiky je zrychlení a zpřesnění selekce zvířat. Tento vědní obor patří mezi nejperspektivnější při odhadu plemenných hodnot a ukazuje velký potenciál a příslib do budoucna.

**Klíčová slova:** šlechtění, holštýn, index, selekce, skot

# **New selection indices for breeding of Holstein dairy cows**

## **Summary**

The aim of breeding should be improving of farming efficiency and maximizing of genetic gain. Therefore, animals for breeding are selected according to certain criteria which are expressed by the breeding value - the genetic parameter of the individual. Thus, a certain level of inclusion in the population is assigned to each individual. The implementation of using of selection indices has resulted in a significant improvement in breeding. Therefore, the selection indices enable to select the most suitable individuals for breeding. The breeding value is determined for a large number of properties in checking of breeding benefits. Particular breeding values are combined into a summary indicator, a selection index. Breeding values are scaled according to the importance and contribution of genetic gain in the breeder's selection aim. Therefore, it is necessary to combine breeding values in selection indices in such a way to predict the aggregate genetic value of the individual as accurately as possible. This aggregate value is usually expressed as an economic benefit for breeders.

The aim of this work is to describe and compare using of selection indices in Holstein cattle in different countries and analyse particular criteria. The work is also focused on the structure of individual indices. Differences between selection indices in different countries are based on different conditions in these countries. Developed countries such as the USA, Canada, France, Germany, Holland, Italy and Scandinavian countries were selected for comparison. These countries differ in many aspects. Selection indices in these countries differ in the representation of the individual characteristics, the breeding goal of the country, the breeding system and many other factors. Furthermore, the work is focused on selection indices used in the Czech Republic, where a collective selection index was developed and introduced first in the Holstein breed. This index combines a variety of properties, evaluated by breeding values, into a single number. In my work I mention newly emerging selection indices which are now slowly applied in practice.

A relatively new discipline called genomics fulfils an irreplaceable role in the field of breeding and selection of Holstein cattle today. The aim of genomics is acceleration and clarification of animal selection. This discipline is among the most promising in the estimation of breeding values and shows great potential and promise for the future.

**Keywords:** breeding, holstein, index, selection, cattle

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 Holštýnský skot</b> .....	<b>11</b>
3.1.1 Historie plemene .....	11
3.1.2 Charakteristika plemene .....	12
3.1.3 Vývoj plemene v ČR.....	12
3.1.4 Chovný cíl holštýnského skotu .....	14
<b>3.2 Plemenná hodnota</b> .....	<b>15</b>
3.2.1 Odhad plemenné hodnoty .....	16
3.2.2 Relativní plemenná hodnota .....	17
<b>3.3 Význam selekčních indexů</b> .....	<b>17</b>
3.3.1 Historie selekčních indexů.....	18
3.3.2 Postup sestavování selekčních indexů .....	18
3.3.3 Přesnost a spolehlivost selekčního indexu.....	19
3.3.4 Kontrola užítkovosti .....	19
3.3.5 Kontrola dědičnosti.....	21
<b>3.4 Selekční indexy v jednotlivých zemích</b> .....	<b>22</b>
<b>3.5 Jednotlivé selekční indexy</b> .....	<b>24</b>
3.5.1 Selekční indexy v USA.....	24
3.5.2 Selekční indexy ve skandinávských zemích.....	28
3.5.3 Selekční indexy ve Francii.....	30
3.5.4 Selekční indexy v Německu .....	31
3.5.5 Selekční indexy v Kanadě.....	32
3.5.6 Selekční indexy v Itálii .....	33
3.5.7 Selekční indexy v Holandsku .....	36
3.5.8 Selekční indexy v České republice .....	37
<b>3.6 Nejnovější selekční indexy</b> .....	<b>40</b>
3.6.1 BLH (Better Life Health) index .....	40
3.6.2 BLE (Better Life Efficiency) index .....	40
3.6.3 CRV index .....	41
3.6.4 Wellness Trait Index .....	42
3.6.5 Dairy Wellness Profit Index .....	42
3.6.6 Feed efficiency.....	43
3.6.7 FeedPro .....	43
3.6.8 TransitionRight .....	43
<b>3.7 Genomika</b> .....	<b>44</b>

<b>4 Závěr.....</b>	<b>46</b>
<b>5 Literatura.....</b>	<b>48</b>
<b>6 Seznam použitých zkratek a symbolů .....</b>	<b>57</b>

# 1 Úvod

Zemědělství patří mezi jednu z nejstarších lidských činností. Hlavním cílem zemědělství bylo vždy dostatečné množství potravy. Lov zvířat a sběr plodin byl nahrazen chovem zvířat a pěstováním rostlin. Zemědělství se tedy stalo pro lidstvo nepostradatelné, protože jeho cílem bylo uspokojovat základní lidskou potřebu. Jednou z hlavních činností v zemědělství je živočišná výroba. Jedním z nejdůležitějších odvětví živočišné výroby je chov skotu. Skot patří mezi nejčastěji chovaná hospodářská zvířata na světě. V počátcích chovu skotu patřil skot mezi univerzální zvířata proslulá svou trojstrannou užitkovostí (maso, mléko, tah). Nelze opomenout i vedlejší produkty kam patří hnůj, rohovina, kůže a další.

V současnosti je chov skotu specializován do dvou základních směrů. Chov dojných plemen na produkci mléka s vysokou mléčnou užitkovostí. A chov krav bez tržní produkce mléka, zaměřený výhradně na produkci masa. V životě bílé populace mají důležitou funkci hlavně mléčné potraviny (Hanuš 2005).

Mezi nejrozšířenější mléčné plemeno na světě patří holštýnský skot. Je intenzivně šlechtěn na vysokou mléčnou užitkovost při dobré kvalitě mléka. Je šlechtěn i pro dobrou reprodukci a zdravotní stav. Hlavně díky biotechnickým a šlechtitelským metodám došlo v uplynulých letech k velké diverzifikaci tohoto plemene, specializaci jejich produkce a k výraznému zvýšení jejich užitkovosti. Mléčná užitkovost, respektive její ekonomický přínos, je závislý hlavně na dvou faktorech. Je to faktor vnější, kam řadíme prostředí a podmínky v jakých je skot chován, tedy úroveň chovu a použité technologie, výživa, lidský faktor. Druhý faktor, který ovlivňuje mléčnou užitkovost, je faktor vnitřní. Tam řadíme zdravotní stav a zejména genotyp zvířete, tedy genetické předpoklady chovaných zvířat. Oba faktory spolu úzce souvisí. Některé užitkové vlastnosti závisí více na prostředí, jiné více na genetickém předpokladu. Obecně celkově lepší užitkovosti dosahují zvířata s výborným genetickým předpokladem, která jsou zároveň chovaná v kvalitních podmínkách. Používáním postupů a technologií ke zvýšení počtu potomstva s lepší genetickou hodnotou a k urychlení genetického pokroku se zabývá šlechtění. Šlechtění zvířat je tedy proces ovlivňování vlastností potomstva dlouhodobým cílevědomým výběrem (selekci) rodičů s požadovanými znaky a s vhodným genetickým založením. Šlechtění je řízené rozmnožování vybraných jedinců za účelem zkvalitnění plemenného znaku nebo dané vlastnosti.

Selekce vhodných zvířat byla nejdříve realizována s ohledem na jeden, později i na více znaků, či kritérií najednou. K vyjádření těchto kritérií slouží plemenné hodnoty, které jsou genetickým parametrem jedince. Převratným posunem ve šlechtění skotu se dosáhlo



zavedením výběru zvířat pomocí tzv. selekčních indexů (souhrnná plemenná hodnota). Do selekčního indexu kombinujeme plemenné hodnoty takovým způsobem, aby co nejpřesněji predikovaly souhrnnou genetickou hodnotu jedince. Tato souhrnná hodnota bývá pro chovatele vyjádřena ekonomickým přínosem.

Podstatou metody selekčních indexů je, že jednotlivým sledovaným znakům, vlastnostem, jsou přisuzovány důležitosti, váhy dle jejich přínosnosti pro užitkovost. Sečtením jednotlivých vážených vlastností získáváme jedno číslo reprezentující celkovou genetickou hodnotu jedince v daných podmínkách. S přihlédnutím na různorodé podmínky v jednotlivých zemích se selekční indexy různých zemí liší jak ve sledovaných znacích zahrnutých do indexu, tak i v přiřazených vahách. Obecně selekční indexy pomáhají zlepšovat vlastnosti jedince na základě výběru geneticky nejčistších jedinců a jejich následné využití k reprodukci a tím i ke zvýšení užitkovosti a ke zvýšení genetického zisku.

## **2 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce byl detailní přehled vědecké literatury se zaměřením na vysvětlení a aplikaci selekčních indexů používaných ve šlechtění holštýnského skotu. Práce byla zaměřena na využívání indexů převážně ve vyspělých zemích. Zmíněna byla i historie, vývoj a současný stav holštýnského plemene. V práci byla nastíněna problematika genomiky, kontroly užitečnosti a kontroly dědičnosti.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Holštýnský skot

#### 3.1.1 Historie plemene

Holštýnský skot je nejrozšířenější, nejpočetnější a nejužitečnější plemeno skotu na světě. Je chováno pro jednostrannou mléčnou užitkovost. Náleží do skupiny plemen nížinných. Historie plemene spadá již do 16. – 17. století. Podle literárních zdrojů lze za kolébku černostrakatého nížinného plemene všeobecně považovat oblast Fríska, Severoněmeckou nížinu, Šlesvicko-Holštýnsko a Jutsko, tedy části dnešního Holandska, Německa a Dánska. Zde se vyvinul z místních populací černo-bílého skotu, využívaných pro vysokou mléčnou užitkovost. Z těchto oblastí se plemeno postupně rozšířilo do dalších zemí. První plemenné knihy byly založeny v roce 1874 v Holandsku, 1876 v Německu a 1881 v Dánsku (Sambraus 2014). Podle Wegmanna (1999) je plemenná kniha základem všech moderních šlechtitelských aktivit. Zprostředkovává nám velmi cenné informace o původu a produkci zvířete.

Holštýnské plemeno se v minulosti s ohledem na přírodní a výrobně-ekonomické podmínky formovalo do dvou užitkových typů. Po roce 1861 probíhaly importy plemenných zvířat do USA a Kanady a tím došlo k již zmíněnému rozdělení populace na evropskou a americkou.

V Evropě se práce šlechtitelů zaměřovala hlavně na exteriérově vyvážený typ středního rámce s velmi dobrou mléčnou užitkovostí, vyšším obsahem mléčných složek a dobrým osvalením.

V Kanadě a v Severní Americe byl zájem šlechtitelů jednoznačně zaměřen na mléčnou produkci, mléčnou užitkovost. Zde se vzil pro černostrakatý skot název skot holštýnský.

V druhé polovině 20. století se proces šlechtění začal více orientovat na mléčnou užitkovost. Ve většině chovatelsky vyspělých zemí celého světa se tak začal zpětně využívat genofond holštýnského plemene z Ameriky a Kanady (Motyčka 2005). Začal proces tzv. holštýnizace ve světě. V 60. letech 20. století prošlechtěná americká populace holštýnského skotu zpětně přispěla k zušlechtování holštýnských stád v Evropě. A to jak dovozem plemeníků, tak i dovozem inseminačních dávek (Strapák et al. 2013). V současné době má holštýnské plemeno dominantní postavení ve světové populaci dojeného skotu, na níž se podílí více než jednou třetinou. Bouška (2006) konstatuje, že se jedná o nejrozšířenější plemeno skotu na světě. Nejvýznamnějšími chovateli holštýnského skotu jsou Severní

Amerika (USA, Kanada), dále Evropa (Anglie, Holandsko, Dánsko, Francie, Německo a Itálie) a v neposlední řadě také Austrálie a Nový Zéland (Motyčka 2005).

### 3.1.2 Charakteristika plemene

Plemeno holštýn patří mezi raná plemena velkého tělesného rámce. Je charakteristické černostrakatým zbarvením s bílou lysinou na hlavě. Oči jsou rámované pigmentovanou pokožkou. Přikřížením holštýnsko-fríského plemene se v poslední době zvětšil podíl okrsků bílé pokožky na těle a bílých odznaků (lysiny, hvězdičky) na hlavě. Některá zvířata jsou nositeli dvou recesivních alel, které dávají zvířatům založení pro černostrakaté zbarvení. Pro tato zvířata se vžilo označení červený holštýnský skot (Red holštýn). Původní typ holandského a německého černostrakatého skotu, který se již jen stěží vyskytuje, byl středního tělesného rámce se středním osvalením. Čím vyšší je podíl holštýnsko-fríské krve, tím jsou zvířata vyššího tělesného rámce na vysokých končetinách a méně osvalená. Tělesný rámec je obdélníkový s hlubokým a prostorným hrudníkem, svalstvo málo vyvinuté, končetiny suché. Typickým znakem je prostorné (dlouhé a široké) a pevně upnuté vemeno, které je silně žlaznaté. Krávy jsou většinou odrohovány. Mezi hlavní znaky plemene patří ranost a vysoká intenzita růstu během odchovu. To umožňuje první zapouštění jalovic ve 14 až 15 měsících a následné otelení ve 24 měsících. Dospělé krávy dosahují přes 140 cm kohoutkové výšky a jejich hmotnost se pohybuje okolo 700 kg (Sambras 2014). Ettema & Santos (2004) konstatují, že dřívější otelení než je věk 700 dní přináší nižší produkci mléka.

Výška a hmotnost plemene jsou uvedeny v Tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 Parametry holštýnského skotu

	<b>Býk</b>	<b>Kráva</b>
<b>Výška v kohoutku v cm</b>	155 - 165	144 - 148
<b>Hmotnost v kg</b>	1000 - 1200	650 - 700

(Sambras 2014)

### 3.1.3 Vývoj plemene v ČR

Chov holštýnského plemene nemá v České republice dlouhou historii, přesto představuje 46 % populace skotu (Urban et al. 2001). První zmínky o tomto plemeni pochází z roku 1830 (Motyčka 2005). Ale s chovem černostrakatého skotu se začalo v 60. letech 20. století importy z Dánska, Holandska a Německa. Během 20. století chov skotu u nás výrazně zaostával oproti vyspělým západním zemím (Drevjany et al. 2004). Po roce 1990 se

plemenitba zaměřila hlavně na holštýnsko-fríské plemeno. Se zvyšováním počtu holštýnského skotu na našem území vznikla myšlenka jednotného vedení tohoto chovu. Proto byl v roce 1990 založen Svaz chovatelů černostrakatého skotu ČR (Motyčka 2009). Od tohoto data došlo k ustálení plemenného standardu (Obrázek č. 1) a začalo šlechtění tohoto plemene a ustanovení chovného cíle. V tomto období byla založena plemenná kniha holštýnského skotu, která byla uznána zahraničními chovatelskými organizacemi (Motyčka 2005). Název plemene byl v roce 2000 vyhlášen jako holštýnské. Dnes je u nás holštýnský skot nejdominantnější a nejčastěji chované plemeno skotu.



Obrázek č. 1 Plemenný standard (<https://www.cbsgen.cz/charakteristika-holstynsky-skot/>)

V České republice je v kontrole užitkovosti (KU) chováno 213 000 holštýnských krav (60% všech krav v KU), z toho 14 000 RED holštýnských (viz Tabulka č. 2). Průměrná užitkovost holštýnského skotu za rok 2015/2016 byla 9 792 kg mléka při tučnosti 3,8 % a obsahu bílkovin 3,3 %. Složení mléka a mleziva je uvedeno v Tabulce č. 3. Průměrná velikost stáda v ČR čítá 282 kusů holštýnského skotu. Více než 182 000 krav je zapsáno v plemenné knize holštýnského skotu (Svaz chovatelů holštýnského skotu v ČR 2017). Holštýnský skot je u nás chován hlavně na principu volného ustájení. Pro jalovičky je ideální pastevní odchov.

Tabulka č. 2 Vývoj početních stavů krav v KU od r. 1995

<b>Rok</b>	<b>Počet krav v KU</b>
1995	667 973
2000	481 162
2005	421 708
2010	359 163
2015	358 004
2016	355 094
2017	352 162
2018	349 262

(SCHHS 2018)

Věk při prvním otelení by měl být do 26 měsíců (dle chovného cíle). Ve skutečnosti je to ale 25 měsíců a 15 dnů. Dalším parametrem v chovném cíli je délka mezidobí, která by měla být do 400 dnů. Ve skutečnosti dosahuje délky až 418 dnů. Podle Loudy (1994) je ideální doba mezidobí 365 dní. Z toho je zřejmé, že by se měla kráva každý rok otelit.

Tabulka č. 3 Složení mleziva a zralého mléka

<b>Složky</b>	<b>Zralé mléko v %</b>	<b>Mlezivo v %</b>
<b>Voda</b>	88	74
<b>Laktóza</b>	5	2,8
<b>Bílkoviny</b>	3,3	18
<b>Tuky</b>	3,7	3,7
<b>Kasein</b>	2,7	4

(Bouška 2006)

### 3.1.4 Chovný cíl holštýnského skotu

Stanovení chovného cíle je základním principem programu šlechtění. Ten je stanovován vždy k určitému časovému období a je zpracováván jako charakteristika morfologických znaků a užitkových vlastností krav zapsaných v plemenné knize (Urban et al. 2001).

Základem úspěchu v plemenitbě je správný výběr rodičovského páru. Vhodné rozhodnutí závisí na množství kvalitních informací o zvířatech. V současné době k výběru

rodičovského páru je využíván propracovaný program, který dokáže vyhodnotit maximum informací (Kolářová 2019).

Chovným cílem holštýnského skotu jsou zvířata s vysokou užitkovostí a výbornou úrovní funkčních vlastností, mezi které patří plodnost, zdraví a funkční utváření zevnějšku. Pro funkční zevnějšek je charakteristické vhodné utváření tělesných partií, zejména vemene a končetin, které umožňují bezproblémový chov skotu (Motyčka et al. 2005).

Soustavné zvyšování celkové rentability chovu, na základě genetického zlepšování vlastností zvířat, je základním chovným cílem holštýnského skotu. Cílené šlechtění a současné vytváření vhodných podmínek chovu vede k získání bezproblémové a rentabilní dojnice s očekávanou výkonností a dlouhověkostí. Ukazatel dobré plodnosti a zdraví je pravidelné zabřezávání a produkce životaschopných telat, odolnost proti mastitidám a dalším onemocněním. Selektce na funkční znaky sleduje zlepšení dlouhověkosti zvířat a snížení nákladů při dostatečně vysoké mléčné užitkovosti. Podle Krejčové (2016) má úzkou spojitost kvalitní exteriér s dlouhověkostí a dobrým zdravotním stavem. Rentabilita chovu je také podmíněna dobrou růstovou schopností a dostatečnou raností zvířat. To umožní otelení krav ve věku 23 až 25 měsíců při dosažení živé hmotnosti cca 570 kg (Motyčka 2005).

### **3.2 Plemenná hodnota**

Významnou roli pro šlechtění má vývoj metod odhadu plemenné hodnoty (Příbyl & Příbylová 2000). Plemenná hodnota je hodnota genů zvířete, které jsou předány jeho potomkům. Platí, že genotyp zvířete pro určitou vlastnost (plemenná hodnota) bývá definován jako součet průměrných, aditivních účinků příslušných genů. Tyto geny ovlivňují určitou vlastnost (Hazel 1943).

Plemenná hodnota je odhad genetického založení jedince. Vyjadřuje genetickou kvalitu zvířete. Díky tomu, že známe plemennou hodnotu obou rodičů, dokážeme předpovědět i předpokládanou plemennou hodnotu budoucího potomstva. Dle Příbyla & Příbylové (2005) se příbuznost obvykle sleduje do třetí generace předků. Plemenná hodnota budoucího potomka je tedy průměr plemenných hodnot otce a matky (potomek dědí polovinu genetického založení od otce a polovinu od matky).

Šubrt & Hrouz (2008) konstatují, že plemenná hodnota je formulována jako hodnota fenotypu, která je i zároveň hodnotou genotypu.

Jakubec et al. (1999) uvádějí, že přímé zjištění plemenných hodnot podle fenotypových hodnot není možné, jelikož výsledky jsou ovlivněny nejen aditivním působením genetických

efektů (A), ale i efektů dominance (D), interakce (I) a v neposlední řadě i prostředí (E). Vztah mezi proměnnými uvádí následující vzorec.

$$P = A + D + I + E$$

Podle Příbyla & Příbylové (2005) se na projevu užítkovosti podílejí z 60 % systematické činitele chovatelského prostředí, dále z 30 % náhodné prostředí a z 10 % aditivně-genetické založení.

Jak Příbyl (1997) dříve uvedl, při odhadu plemenné hodnoty se vychází z naměřené užítkovosti. Vybraný jedinec se porovnává se stejně starými jedinci chovanými v obdobných podmínkách, jako např. stejné roční období, stejná výživa, stejný chov. Plemennou hodnotu lze stanovit na základě rozdílu užítkovosti jedince od průměru užítkovosti vrstevníků (D) a regresním koeficientem pro přepočtení odchylky užítkovosti na PH (b).

$$PH = b * D$$

Dále Příbyl (1997) uvádí, že pomocí regresního koeficientu je rozdíl užítkovosti přepočten na plemennou hodnotu. Regresní koeficient je ovlivňován počtem vrstevníků, počtem naměřených užítkovostí a heritabilitou určité vlastnosti.

Plemenné hodnoty jsou vyjadřovány v absolutních hodnotách, odchylkami od nuly. Druhé vyjádření je v relativních hodnotách, tj. relativní plemenná hodnota.

### 3.2.1 Odhad plemenné hodnoty

Odhad PH využívá znalostí jak z oblasti genetiky, tak i z oblastí matematiky a statistiky. Odhad PH je řešen za pomoci soustavy rovnic, kde jsou zohledněny vlivy všech činitelů.

Hlavní metodou odhadu Plemenné hodnoty je BLUP – animal model. Tato metoda je v současné době nejvíce využívanou metodou odhadu PH.

BLUP:

- B – best,
- L – linear,
- U – unbiased,
- P – prediction.



O jeden z prvních odhadů pomocí této metody se zasloužil Westell (1987) u dojného skotu na severovýchodě USA. Swalve & Bruns (1989) konstatují, že pomocí selekčního indexu pro odhad PH, na základě vlastní užitkovosti, což je u mléčného skotu první laktace, dosahuje spolehlivost odhadu 25 %. Díky informacím o užitkovosti rodičů, je možno predikovat plemennou hodnotu jedince. To je hlavní výhoda animal modelu. Díky tomu se stal animal model nejvýznamnějším faktorem odhadu plemenné hodnoty. Hlavní zásluhu na rozšíření a používání animal modelu má Henderson (1973). Pro různé individuální modely jsou vypracovány výpočetní postupy a jsou sepsány i statistické základy (Henderson 1988). Jedná se o relativně mladou metodu odhadu PH. Název metody patrně vzešel od Quaas & Pollak (1980). Tato metoda je využívána po celém světě, ale její podoba se v jednotlivých zemích liší. Je to způsobeno rozdílnými podmínkami chovu každé země.

### **3.2.2 Relativní plemenná hodnota**

Relativní plemenné hodnoty (RPH) se získávají z původních nestandardizovaných plemenných hodnot (Plemdat 2017). Jedná se o bodové vyjádření se standardizovanou směrodatnou odchylkou. Hodnota genetické báze je 100 (což je průměr populace). Směrodatná odchylka má vždy hodnotu 12. Plemenné hodnoty odlišující se od průměru, např. vyšší hodnoty 120 nebo naopak nižší hodnoty 80. RPH se počítají pro kg mléka, kg tuku, kg bílkovin a % bílkovin. Výpočty těchto PH jsou nezbytné, jelikož vstupují do dalších výpočtů selekčních indexů.

### **3.3 Význam selekčních indexů**

Selekční index slouží jako nástroj pro výběr vhodných jedinců do plemenitby (Krejčová 2016). Podle Jakubce et al. (1999) jsou do výběru zařazováni rodiče s dobrým genetickým základem pro produkci potomstva. Selekční index (souhrnná plemenná hodnota) představuje kombinaci vlastností, které jsou zahrnuty ve šlechtitelském cíli jednotlivých populací. Konstrukce selekčního indexu je metodou odhadu plemenné hodnoty jedince. Mrode & Thompson (2005) uvádějí, že při tvorbě selekčního indexu kombinujeme všechna data, která máme k dispozici o užitkovosti jedince a všech příbuzných jedinců. Odhad plemenné hodnoty pro každou vlastnost nebo znak v selekčním indexu představuje číselné vyjádření genetického založení (genetický zisk v selekčním cíli) zvířat a slouží k přesnější selekci, protože již nezahrnují odchylky vzniklé působením vnějšího prostředí. Plemenná hodnota každé vlastnosti v selekčním indexu má tedy svou určitou významovou váhu, kde po sečtení vážených vlastností je získáno jedno číslo. Toto výsledné číslo vyjadřuje hodnotu daného

zvířete v daných podmínkách. Dále podle Mrode & Thompson (2005) je nejdůležitějším smyslem při konstrukci selekčního indexu určení vhodných vah pro různé selekční znaky.

Vývoj selekčních indexů prochází úpravou vah jednotlivých dílčích vlastností převážně ve prospěch funkčních znaků. Do plemenitby by měli být zahrnuti pouze top jedinci. Tento výběr intenzivně využíváme s použitím dostupných metod biotechnologií reprodukce (Příbyl & Příbylová 2000).

### 3.3.1 Historie selekčních indexů

Za kolébku šlechtění jsou považovány Spojené státy americké. Zde žil Dr Jay L. Lush, který je považován za otce šlechtění zvířat. Pocházel ze státu Iowa. Jeho práce byla ovlivněna vědeckými poznatky Sewalla Wrighta a Sira Ronalda A. Fishera. Práce, kterou se zabýval Dr. Lush, rozvíjela metody selekčních indexů během 20. a 30. let. Jeho vědecké studie vedly k vydání knihy *Animal Breeding Plans*. Tato kniha a jeho studie ovlivnily šlechtění zvířat po celém světě. Stát Iowa se díky němu stal centrem šlechtění zvířat. A tak to zůstalo i po jeho smrti v roce 1982. Zasadil se o přerod šlechtění ve vědní obor (Grosu et al. 2013).

Selekční index zaměřený pouze na jeden znak byl prvně použit právě Wrightem (1958) a Hazelem & Lushem (1942). Tyto indexy dostávaly různá pojmenování „selekční index pro kombinaci více znaků" (Lush 1947). V tomto období byly vyvinuty i selekční indexy pro skot (Harvey & Lush 1952). Tyto indexy byly vyvinuty pro zlepšení produkčních vlastností a exteriérových znaků. Metoda selekčních indexů byla použita Lushem (1944), který se zabýval určením vah podle důležitosti příslušných znaků (Grosu et al. 2013).

### 3.3.2 Postup sestavování selekčních indexů

Šubrt & Hrouz (2008) uvádějí, že selekční indexy jsou stanoveny jako lineární funkce hodnot fenotypů užitkových vlastností.

Pro sestavení selekčního indexu (I) je potřeba stanovit váhové koeficienty (b) pro kombinaci plemenných hodnot (PH) jednotlivých vlastností do indexu. Pomocí následujícího vzorce vyjadřujeme selekční index, kterým následně šlechtíme (Šafus 2010).

$$I = b_1 * PH_1 + b_2 * PH_2 + ..... + b_n * PH_n$$

Selekční indexy byly standardizovány na směrodatnou odchylku 12 a hodnota genetické báze je 100, jak je tomu u plemenných hodnot pro mléčnou užitkovost (Šafus et al. 2005).

$$I_s = \frac{I - \bar{I}}{S} * 12 + 100$$

- $I_s$  značí standardizovaný index hodnoceného býka.
- $I$  je index hodnoceného býka.
- $\bar{I}$  je průměrná hodnota indexu populace.
- $S$  je odchylka indexu.

### 3.3.3 Přesnost a spolehlivost selekčního indexu

Příbyl (1997) uvádí, že při šlechtění hospodářských zvířat je nutné brát v úvahu riziko, že skutečné genetické založení je nejspolehlivější a k dispozici je pouze odhad prováděný s různou přesností. Důležitým aspektem při odhadu plemenné hodnoty je proto spolehlivost jeho odhadu. Cílem je, aby odhad byl co nejpřesnější. Jakubec et al. (1999) uvádějí, že přesnost selekčního indexu poskytuje bázi pro ohodnocení různých indexů dle různých původů informací. Přináší tedy pohled na to, do jaké míry jednotlivé informace vedou ke kvalitě indexu.

### 3.3.4 Kontrola užítkovosti

Základním předpokladem pro šlechtění je kontrola užítkových vlastností. Pro zlepšení některých vlastností v chovu nebo v populaci musí být pro určitou vlastnost stanoven ukazatel. Tento ukazatel je poté pravidelně v populaci nebo v chovu měřen. Tento ukazatel je následně statisticky hodnocen a dále zpracováván.

Říha & Jakubec (2002) uvádějí, že genotypová hodnota populací poskytuje šlechtitelům informace k posouzení jejich užítkových vlastností pro zcela konkrétní účely.

U dojných plemen skotu je základem kontroly užítkovosti pravidelné zjišťování doživnosti plemenic, přesně definovaném způsobu odběru vzorků mléka a hlášení dalších potřebných údajů, mezi které patří např. čísla narozených telat, čísla vyřazených krav a průběh porodů apod. U zvolených plemenic je zjišťována navíc dojitelnost.

Kontrola mléčné užítkovosti v jednotlivých chovech je jedním ze základních chovatelských opatření. Slouží chovatelům a šlechtitelům pro následnou selekci zvířat a pro práci se stádem. Získává data pro výpočty plemenných hodnot v kontrole dědičnosti. Zároveň slouží jako zdroj informací, které upozorňují na nedostatky v oblastech výživy, zoohygieny a prevence (Kvapilík et al. 2018).

Tato metoda patří mezi nejstarší metody kontroly skotu. První kontrola mléčné užitkovosti byla provedena již v roce 1895 chovateli v Dánsku. V České republice byla zavedena kontrola užitkovosti (KU) až v roce 1905 a na Moravě v roce 1906. Ale větší rozšíření u nás začalo až po roce 1924. Zahrádková et al. (2009) tvrdí, že chovatelé sledovali užitkovost svých zvířat a podle toho se snažili vybírat vhodné plemeníky. Ale až výsledky kontroly užitkovosti umožňovaly daleko přesněji odhadovat chovnou kvalitu jedince i jeho genetické založení pro sledovaný užitkový znak.

V současné době je KU používána ve všech členských státech EU dle normy. To, co řadí ČR mezi evropskou i světovou špičku je, že je přes 96 % krav zapsáno v KU. Rozsah kontroly užitkovosti v ČR uvádí Tabulka č. 4.

Tabulka č. 4 Rozsah kontroly užitkovosti v ČR

Rok	Průměrný stav dojnic	Celkem krav v KU	% krav v KU
2013	372 748	350 162	93,9
2014	370 721	354 835	95,7
2015	368 234	356 594	96,8
2016	371 197	352 832	95,1
2017	364 642	349 978	96,0

(Kvapilík et al. 2018)

Do KU jsou zařazována zvířata, která jsou řádně označená. Motyčka (2005) konstatuje, že se u krav pomocí KU zjišťuje množství mléka v kg, denní nádoj, obsah bílkovin, obsah laktózy, obsah tuku a obsah dalších složek mléka. Dále se zjišťují další ukazatele kvality mléka jako např. PSB, CPM. Sleduje se i vývin, plodnost, ranost, průběh porodu, důvody vyřazení krav tzv. brakace a údaje o úrovni a kvalitě chovu. Tyto výsledky nám slouží pro výběr nejlepších zvířat k chovu a ke komplexnímu hodnocení chovu.

Hering et al. (2007) uvádějí, že v praxi jsou využívány dvě metody kontroly užitkovosti. Metoda A a metoda B. Při použití metody A nezávislá, úředně pověřená osoba nebo pracovník plemenářské organizace eviduje požadované údaje. Metodu A dále dělíme na varianty A4 a AT. V České republice drtivě (99,3 %) převažuje varianta A4. Tato varianta je uskutečňována ze všech dojení za 24 hodin (2 – 3 dojení) v intervalu 28 – 30 dní. Varianta AT je prováděna jen v chovech, ve kterých se dojí 2x denně. Kontrola se provádí z jednoho dojení v kontrolní den, a to střídavě jeden měsíc z ranního a druhý měsíc z večerního dojení. Ve

srovnání s metodou A4 je méně přesná a představuje pouze 0,7 % KU. Druhou metodou je metoda B, která není zcela objektivní, protože je zajišťována chovatelem ve spolupráci s pověřenou osobou oprávněné organizace. Výsledky získané metodou B musí být zveřejněny separátně od metody A.

Obrázek č. 2 znázorňuje šlechtitelský program, jehož cílem je přenos a zlepšení vybraných znaků a vlastností z rodičů na potomstvo. Nezbytnou roli hraje selekce zvířat splňujících vybrané genetické vlastnosti pro další chov. Do šlechtitelského cíle jsou vybírána zdravá a dlouhověká zvířata s vysokou mléčnou užitkovostí, výbornou reprodukcí, vysokým procentem zabřezávání a odolná vůči stresu.



Obrázek č. 2 Obecné schéma šlechtitelské práce (Žižlavský 2008)

### 3.3.5 Kontrola dědičnosti

Kontrola dědičnosti vede ke stanovování plemenných hodnot sledovaných vlastností býků na základě užitkovosti potomstva, to znamená schopnost rodičů přenášet dědičné založení na své potomky. Každé zvíře má své genetické založení, tzv. plemennou hodnotu. Plemennou hodnotu určujeme díky měření fenotypových hodnot. PH jedince můžeme pouze odhadnout na základě údajů z kontroly užitkovosti v kontrole dědičnosti. Mezi hlavní metody

kontroly dědičnosti patří porovnávání užitkových vlastností dcer konkrétního býka s dcerami jiných býků (Žižlavský 2008).

Kontrola dědičnosti zdraví a kontrola zdraví, sledující výskyt dědičných poruch zdraví určitého býka a následně jeho potomstva. Díky tomu je následně testovaný býk zařazen do určité zdravotní třídy A, B nebo C. Kromě toho je u testovaného býka zkoumán počet mrtvě narozených telat, procento komplikovaných porodů nebo životnost telat. Selektce zvířat je možno uskutečnit na základě výsledků z kontroly užitkovosti nebo výsledků kontroly dědičnosti. Výsledky kontroly dědičnosti dosahují v dlouhodobém hledisku spolehlivějších a přesnějších výsledků.

### **3.4 Selektivní indexy v jednotlivých zemích**

V jednotlivých zemích se liší šlechtitelské zaměření podle cílových vlastností a celkového počtu holštýnského skotu (viz Tabulka č. 5). Od 80. let minulého století většina vyspělých zemí používá pokročilé šlechtitelské programy (Westell et al. 1988).

USA a Kanada patří mezi nejvyspělejší země v chovu a šlechtění holštýnského skotu. Rozdíl v zemědělství mezi ČR a USA je v tom, že USA se zaměřuje na úzké využití zemědělských komodit, např. produkce mléka. Zatímco ČR využívá široký okruh jak živočišných druhů, tak rostlinných druhů. Což ukazuje na markantní rozdíl v pojetí zemědělství. Pro management zemědělských podniků nejen v ČR, ale i v ostatních zemích je důležité zajistit kladnou rentabilitu chovu. Na to má vliv celá řada faktorů, např. volba inseminačních dávek, kvalita krmiva, úroveň technologického systému ustájení, veterinární úroveň, podestýlání či úroveň ošetřovatelů a mnoho dalších faktorů.

Podle Motyčky (2005) je americká populace dojného skotu tvořena z 95 % holštýnským plemenem a ze 4 % plemenem jerseykým. U více jak 75 % dojnic je využíváno umělé inseminace. Ještě v šedesátých letech se na území USA nacházelo více než 100 plemenářských firem. V dnešní době se jejich počet výrazně snížil. Mezi hlavní činnosti Holštýnské asociace USA patří evidence členů, registrace zvířat do plemenné knihy, lineární popis a hodnocení exteriéru (zevnějšku).

Kulovaná (2001) uvedla, že Francie a Kanada se liší od většiny zemí časovou odlišností ve změně báze. Ve většině zemí se báze krokově mění vždy po pěti letech. Zatímco francouzská pohyblivá báze plemenných býků se mění každý rok k datu 1. července a všechny změny se provádějí najednou. Holštýnský skot ve Francii dosahuje téměř 65 % z celkového počtu dojného skotu. A zajišťuje 70 % produkce mléka v zemi. V KU je ve Francii zapsáno více než 1,9 milionů holštýnského skotu.

V Kanadě se nazývá chovatelská organizace Holstein Canada. Tato organizace spojuje více než 13 000 chovatelů holštýnského plemene (Motyčka 2005). Současné šlechtění se zaměřuje především na bezproblémové dojnice s pevnými končetinami, dobře utvářeným vemenem a zároveň na dlouhověkost a zdraví. Podle Shooka (2006) musí selekční indexy v Kanadě a Evropské unii být v souladu s platnými kvótami mléka a mléčných složek stanovených v těchto zemích.

V severských zemích se šlechtí na zdravotní znaky již od 80. let tohoto století. V této problematice jsou tedy jedni z prvních. Nedílnou součástí pro odhad plemenných hodnot je spolehlivý registrační systém, bez kterého není možné úspěšné šlechtění na zdravotní parametry.

Holandsko je považováno za kolébku šlechtění holštýnského skotu. Bylo mezi prvními zeměmi, které využívaly funkční znaky ve šlechtění. Zde je do KU zapojeno více jak 85 % a u 95 % dojnic je využívána inseminace.

Německo je považováno za jedno z nejvýznamnějších vývozců plemenných zvířat v Evropě. V minulosti převládaly na území Německa malé rodinné farmy. V současné době se prosazují převážně stáda, která čítají i několik tisíc kusů.

V Tabulce č. 5 jsou znázorněny početní stavy holštýnského skotu ve vybraných zemích.

Tabulka č. 5 Početní stavy holštýnského skotu ve vybraných zemích

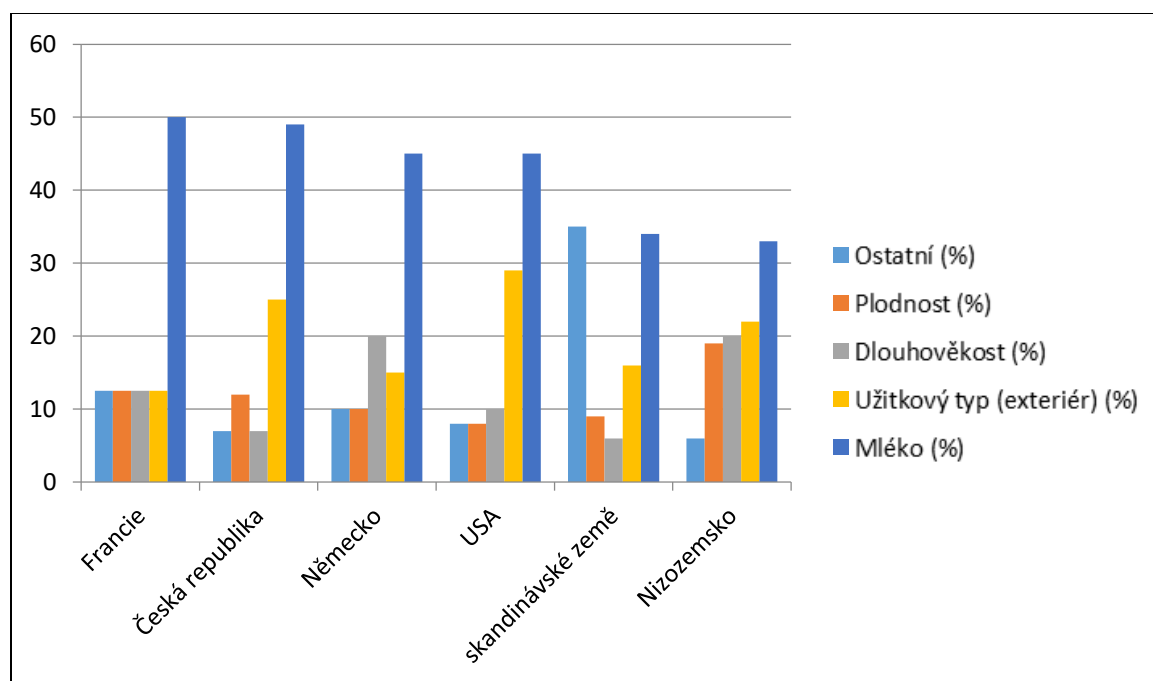
<b>Země</b>	<b>Celkový počet dojnic</b>	<b>Holštýnský skot</b>	<b>Registrovaný holštýnský skot</b>
<b>Kanada</b>	945 000	878 850	567 450
<b>Holandsko</b>	1 742 660	1 704 321	1 684 923
<b>Česká republika</b>	369 000	236 000	213 742
<b>Francie</b>	3 700 000	2 500 000	1 572 614
<b>Německo</b>	4 199 010	2 936 147	1 874 923
<b>Dánsko</b>	557 700	391 570	360 025
<b>Finsko</b>	275 000	130 557	28 677
<b>Švédsko</b>	242 195	142 000	30 500
<b>USA</b>	9 392 000	8 358 000	1 200 000

(WHFF 2017)

### 3.5 Jednotlivé selekční indexy

Podle Grafu č. 1 je evidentní, že se selekční indexy v každé zemi zaměřují hlavně na vysoký podíl mléčné užitkovosti. Například ve Francii se selekční indexy zaměřují hlavně na mléčnou užitkovost. Je to z důvodu zaměření na tradiční výrobu sýrů a dalších mléčných výrobků.

Graf č. 1 Selekční indexy pro holštýnský skot (SIH)



(Jakubec et al. 2010)

#### 3.5.1 Selekční indexy v USA

V USA jsou chována mléčná plemena skotu, a to jak v severní části, tak i v jižní části země. Jižní část země je charakterizována teplejším podnebím. Typické jsou horké dny a chladné noci s nízkou vlhkostí (Klopčič et al. 2009).

Od 70. do 90. let vývoz genetického materiálu holštýnského skotu ze Severní Ameriky neustále vzrůstal. Důvodem masivního exportu byla jejich vysoká mléčná užitkovost ve srovnání s evropskými holštýnkami (Funk 2006).

Celkový index v USA berou chovatelé v potaz při výběru býků, kteří mají nadprůměrné výsledky. Díky těmto indexům mají chovatelé výhodu při vybírání mraženého ejakulátu pro inseminaci. Indexy tudíž hrají významnou roli i v potenciálu samičího materiálu. Úspěch TPI a NET MERITU je možné přivést i do dalších zemí.

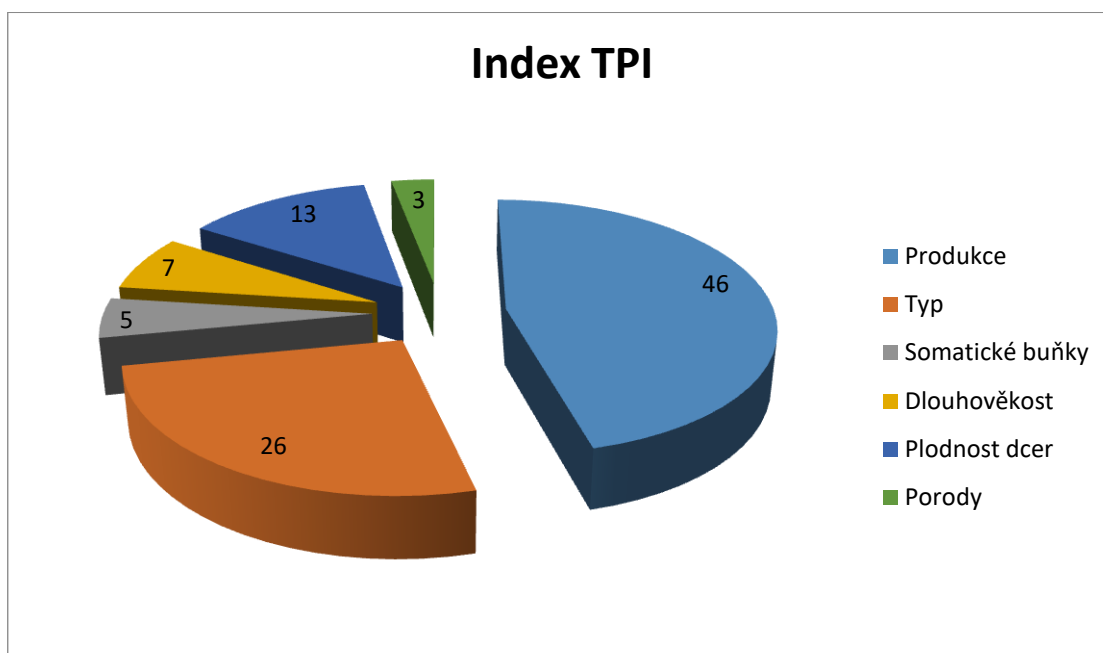


Původní název indexu TPI, z roku 1971, byl PDI (Production Difference Index) ve složení 52 % mléka a 48 % tuku. US Holstein Association vydala souhrnný index, do kterého byl začleněn i typ. Tento nový index byl nazván Type Production Index (TPI). V současnosti s názvem Total Performance Index. Do indexu byly přidány dva nové znaky, a to produkce a typ. Jeho současná podoba se vyvinula teprve nedávno. Mezi posledními znaky byly do indexu doplněny i vlastnosti týkající se zdraví a plodnosti (Genoservis 2007). Každý pátý rok dochází ke změně báze z důvodu zabudování nových znaků do indexu. Jak Tsuruta et al. (2004) uvedli, pomocí tohoto indexu se zlepšily výsledky týkající se zdraví a plodnosti. Dále zde Tsuruta et al. konstatovali, že díky použití tohoto indexu se výrazně zpomalil dlouhodobý pokles plodnosti.

Složení TPI indexu v roce 2002 kladlo důraz z 67 % na produkci a z 33 % na exteriér (Kulovaná 2002). Později se báze skládala: 42 % produkce, 33 % zdraví a plodnost a 25 % typ. Další změna báze se týkala hlavně utváření vemene a končetin.

Nynější složení je znázorněno v Grafu č. 2. Zde vidíme, že se index TPI skládá z následujících komponent: 46 % produkce, 26 % typ a 28 % plodnost a zdraví. Produkce dále obsahuje 21 % bílkovin a 17 % tuku v mléce. Efektivnost krmiva se zvýšila z 3 % na 8 %. Důležitá je také produkční délka života (PL). Tato hodnota nám zjišťuje, jak dlouho bude zvíře za svůj život produkční. Základem této hodnoty je pravidelné zabřezávání a tudíž i pravidelné telení. Právě tato hodnota produkční délky života byla poprvé počítána 1. ledna 1994 v USA (Lindhé 1999). Hodnoty produkční délky života byly sepsány VanRadenem & Wiggansem (1995). Důraz se samozřejmě klade i na další důležité exteriérové znaky, např. utváření vemene, končetin a paznehtů. Tato hodnota se v bázi snížila ze 7 % na 4 %. Index TPI je používán hlavně v plemenářských podnicích, kde je využíváno nejnovější a nejmodernější genetiky. Selektce, která využívá aktualizovaného vzorce TPI má za cíl zvýšení ekonomiky produkce, efektivity a plodnosti chovu.

Graf č. 2 Složení indexu TPI



(Holstein Association USA 2017)

Používání indexu TPI bude mít následující výsledky:

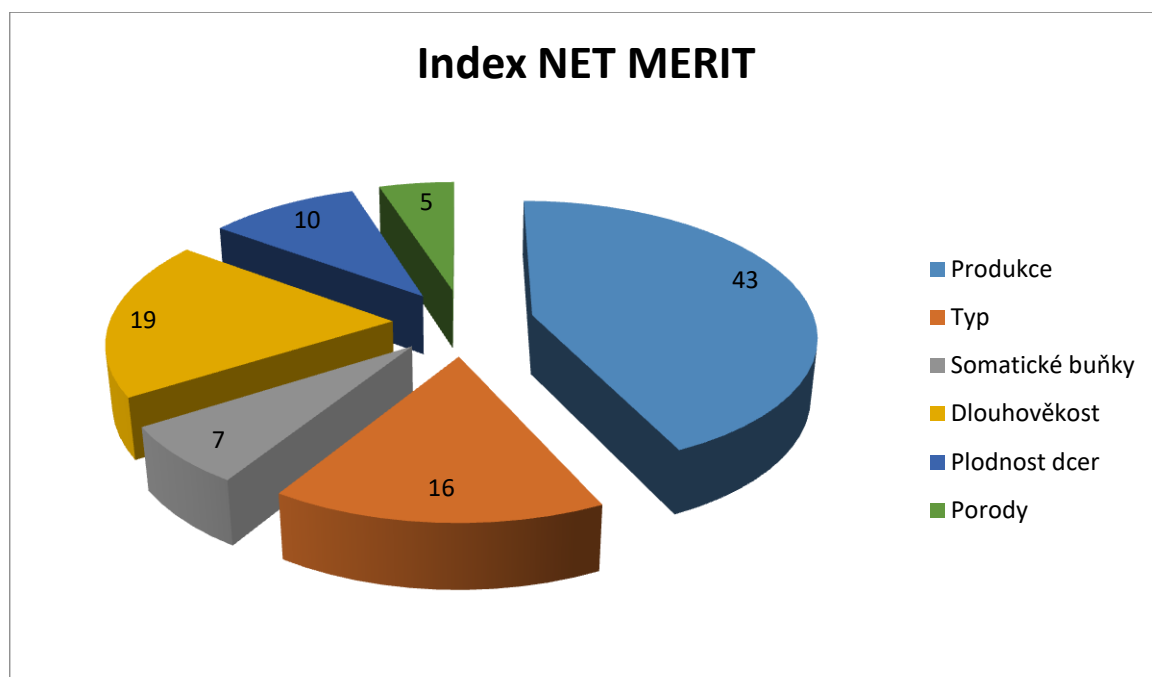
- Tělesná hmotnost budoucí populace krav bude v souladu se současnou populací.
- Zvýšení využitelnosti krmiv.
- Snížení výskytů obtížných a náročných porodů.
- Zlepšení schopností dcer přivádět na svět životaschopná a zdravá telata.
- Snížení výskytu úmrtí, lepší se typ, vemena, končetiny a paznehty.

Celkové využívání tohoto indexu zlepší efektivnost celého stáda (Holstein Association USA 2017).

Další index NET MERIT se používá spíše jako ekonomický index, jak konstatoval Paul VanRaden (2005). Tento index je využíván hlavně pro zpeněžování mléka v USA. Odborníci doporučují přihlížet k tomuto indexu jen okrajově vzhledem k tomu, že se zpeněžování mléka v každé zemi liší. Index NET MERIT je hojně využíván u komerčních chovatelů. V roce 1971 se poprvé začal používat (Norman & Dickenson 1971). Jeho modernizace proběhla v roce 1977 (Norman et al. 1979). Širokého uplatnění v praxi se však indexu dostalo v roce 1999 v souvislosti s oceňováním sýrů a syrového mléka (VanRaden 2004). Index se skládal pouze z produkčních vlastností a to 52 % dojivost a 48 % mléčný tuk. Po 6 letech se změnila báze a do indexu se přidal i obsah bílkovin. Podíl tuku byl 47 % a bílkoviny a dojivost 27 %. Nynější složení tohoto indexu je znázorněno v Grafu č. 3.

Cílem selekčního indexu je chov co nejžádanější a nejrentabilnější krávy. Celkový ekonomický index je lineární kombinací všech důležitých ekonomických rysů. Ekonomické hodnoty různých vlastností se v průběhu času měnily (VanRaden 2004).

Graf č. 3 Složení indexu NET MERIT



(Meyer & Zwald 2014)

Dříve se chovatelé zaměřovali převážně na aspekt produkce, ale nyní se chovatelé přiklánějí k aspektům plodnosti (Pryce et al. 2000). Z tohoto důvodu byl vyvinut nový index plodnosti.

Nový index plodnosti (fertility index) slučuje několik reprodukčních aspektů do jednoho souhrnného indexu. Mezi nejdůležitější aspekty patří:

- zabřezávání jalovic,
- zabřezávání krav,
- schopnost krav započít nový reprodukční cyklus,
- projevy říjového cyklu,
- schopnost donosit zdravé a životaschopné tele.

Tento index plodnosti lze stanovit podle následující rovnice:

$18 \% \text{ zabřezávání jalovic (HCR)} + 18 \% \text{ zabřezávání krav (CCR)} + 64 \% \text{ plodnost dcer (DPR)}$

(Holstein Association USA 2017).

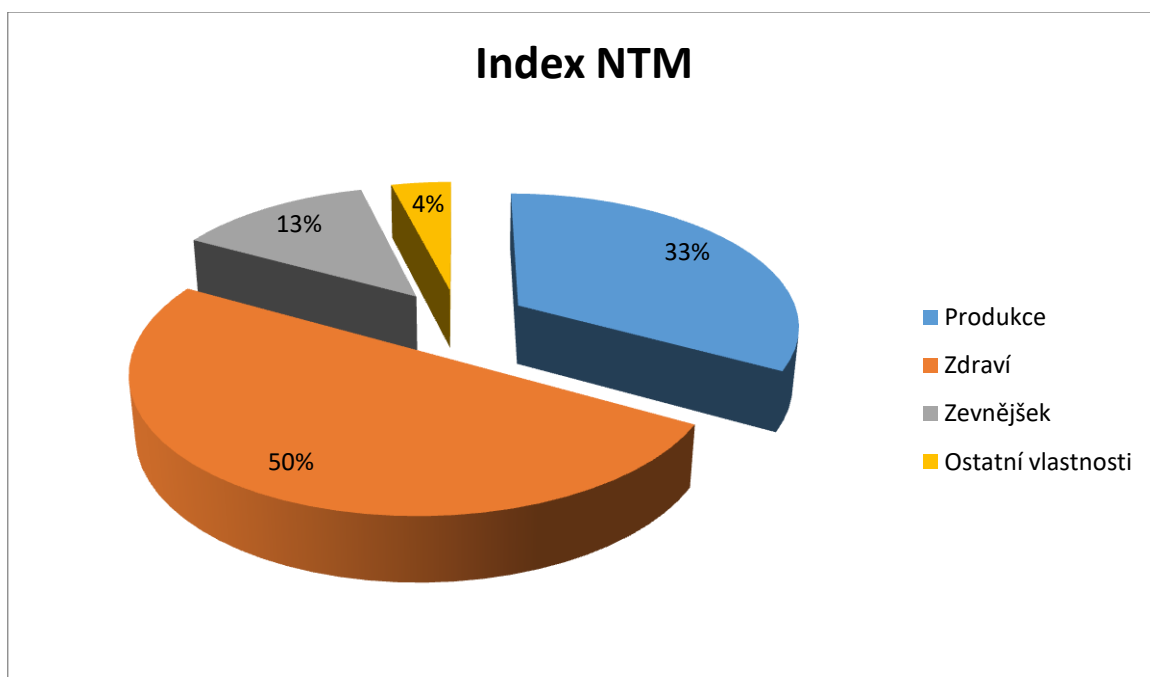
### 3.5.2 Selekční indexy ve skandinávských zemích

Nordický index NTM patří mezi nejpracovanější indexy ve světě. Kolem roku 2008 se spojily chovné cíle Švédska a Dánska. O dva roky později došlo k připojení i další skandinávské země, a to Finska. Díky tomu došlo k lepšímu utváření společného indexu, k čemuž přispěly i podobné šlechtitelské cíle těchto zemí. Další výhodou je, že tyto tři země mají na vysoké úrovni vypracovaný systém sběru dat. Tyto země si kladou dlouhodobý a zároveň vysoký selekční cíl zaměřit se hlavně na zdraví, zvláště pak na vemeno a končetiny. Dále však také na plodnost či dlouhověkost. V těchto vlastnostech jsou severské země na excelentní úrovni a jsou daleko před ostatními státy. V ostatních zemích, na rozdíl od jmenovaných severských států, tyto vlastnosti tolik nepřevažují. Toto potvrzuje i fakt, že severský holštýn se dostává pomalu, ale jistě do popředí v produkci mléka ve světě. Dohání tak současné prvenství izraelského holštýna. Na rozdíl od něj vykazuje kromě nadprůměrné produkce mléka i skvělé výsledky reprodukčních ukazatelů a zdraví vemene (Plemko 2019).

Účelem nordického indexu je dosažení funkčního exteriéru, rezistenci proti klinickým mastitidám, vysoké mléčné produkci a zároveň dobré utváření končetin (Ryba 2012).

Index NTM je zaměřen hlavně na znaky plodnosti, zdraví, produkce, dlouhověkosti a exteriéru krav. Využití indexu v praxi přispívá k vyšším ziskům (NAV 2019). Složení tohoto indexu je znázorněno v Grafu č. 4.

Graf č. 4 Složení indexu NTM



(Plemko 2019)

Produkce se dále dělí na následující komponenty:

- produkci mléka 31 %,
- produkci masa 2 %.

Zdraví se dělí na následující elementy:

- dlouhověkost 5 %,
- plodnost dcer 13 %,
- snadnost telení 6 %,
- snadnost telení dcer 7 %
- zdraví vemene 14 %,
- ostatní onemocnění 5 %.

Zevnějšek se skládá z:

- utváření končetin a paznehtů 6 %,
- vemeno 7 %.

A ostatní vlastnosti:

- dojitelnost 3 %,
- temperament 1 %.

V severských zemích jsou využívány další selekční indexy, které jsou zaměřeny na konkrétní části těla dojnic. Jedním z nich je index zdraví paznehtu. Hlavní význam tohoto indexu spočívá v hodnocení genetické schopnosti dcer býků odolávat chorobám týkajících se paznehtů. Aby tento index fungoval, musí „paznehtáři“ řádně zaznamenávat jakékoliv onemocnění na každém paznehtu, který upravují. Záznamy se dělí do následujících kategorií:

- 0 - žádné onemocnění,
- 1- mírné onemocnění,
- 2- závažné onemocnění.

Druhý index je index zdraví vemene. Hlavním významem tohoto indexu je, že ukazuje genetickou schopnost dcery býka vzdorovat mastitidě. K tomuto indexu je potřeba znát plemenné hodnoty pro zdraví vemene při prvních třech laktacích. Díky záznamům o klinických mastitidách od veterináře. Do tohoto indexu se započítává počet somatických buněk a utváření vemene. Důraz se klade hlavně na hloubku vemene a přední upnutí vemene. Urioste et al. (2012) doporučují somatické buňky jako indikátor pro zlepšování odolnosti vůči mastitidám. Pro další selekci je nezbytné hlášení klinických mastitid. V Dánsku, Finsku a Švédsku se oficiální hlášení provádí u 90 % krav.

Curone et al. (2018) se ve své studii zabývali možnostmi jak ovlivnit rezistenci vůči mastitidám cíleným křížením. Tato studie využívá poznatků molekulární genetiky.

Další index je index celkové odolnosti organismu. Tento index ukazuje genetický potenciál dcer býků na rezistenci proti metabolickým poruchám, poruchám končetin a paznehtů nebo proti poruchám plodnosti. Plemenné hodnoty se získávají z výpočtů ze zdravotních záznamů od veterinářů z prvních třech laktací.

### 3.5.3 Selekční indexy ve Francii

Francie se v Evropě řadí na druhé místo v počtu kusů holštýnského skotu. Přes 65 % z celkového počtu skotu ve Francii patří holštýnskému skotu. 70 % produkce mléka v zemi připadá tomuto plemeni. V roce 1990 bylo původní označení holandsko-fríské změněno na Prim`Holstein (Motyčka et al. 2005). Chovný cíl tohoto plemene ve Francii je patrný v Tabulce č. 6.

Tabulka č. 6 Chovný cíl

Výška v kříži	145 cm
Živá hmotnost	600 – 700 kg
Věk při prvním otelení	24 měsíců
Produkce mléka	Nad 9 000 kg

(LaPrim`Holstein France 2018)

Chovný cíl u produkce mléka vyžaduje, aby mléko obsahovalo 4 % tuku a 3,2 % bílkovin. Chovný cíl se dále zaměřuje na kapacitu těla, která umožňuje využití a efektivnost krmiva, na dlouhověkost a na dojnice s vemenem žádoucím pro strojní dojení.

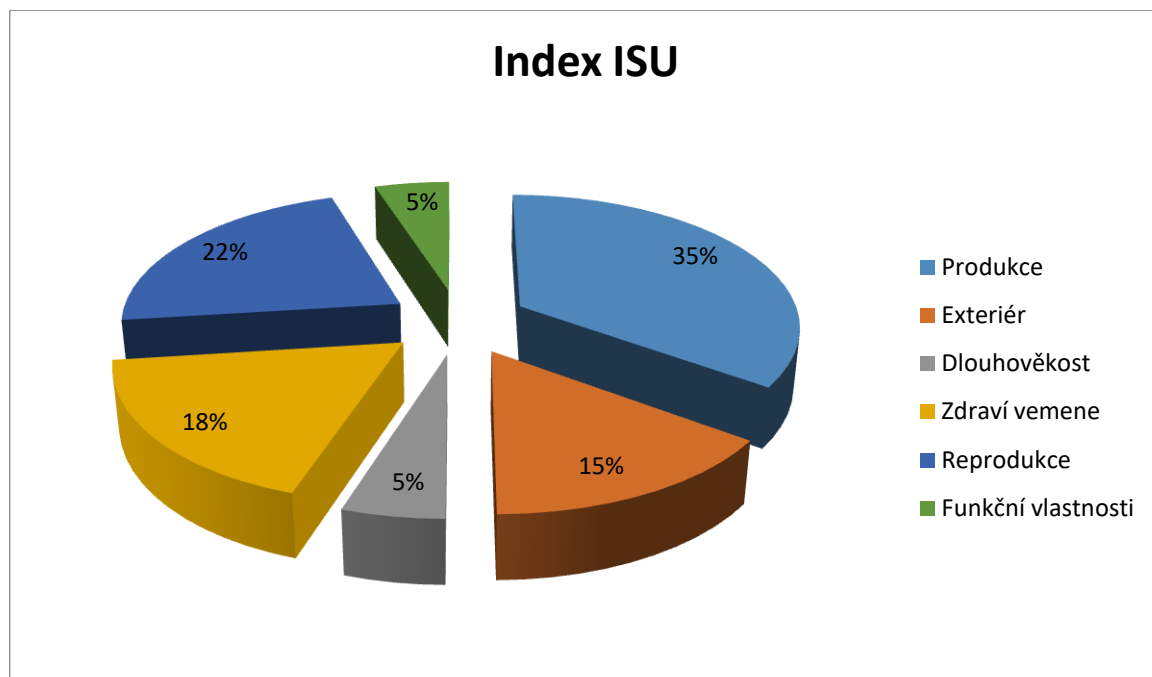
Selekční index ISU byl zaveden v roce 1996. Původně byl tvořen pouze produkčními vlastnostmi. V roce 1998 se index skládal ze 70 % produkčních vlastností, z 25 % exteriéru a z 5 % zdraví. V roce 2001 proběhla další úprava indexu. Podíl produkce klesl na 50 %, exteriér na 12,5 % a podíl zdraví se zvýšil na 37,5 %.

V roce 2011 měl index ISU podobu vzniklou kombinací ukazatelů produkčních vlastností (INEL) a indexů funkčních vlastností. Do funkčních vlastností byly zahrnuty následující komponenty: plodnost, dlouhověkost či počet somatických buněk (France Génétique Elevage 2011).

V roce 2012 byla uvedena nová podoba indexu, postrádající index INEL. Ten byl nahrazen novými produkčními vlastnostmi (obsah tuku a bílkovin). Podíl těchto vlastností v

indexu je 35 %. Dále je v indexu zastoupen exteriér (končetiny, tělesná kapacita, utváření vemene). Poslední část indexu je zastoupena dlouhověkostí, zdravím vemene, reprodukcí a funkčními vlastnostmi. Nynější podoba indexu ISU je znázorněna Grafem č. 5.

Graf č. 5 Složení indexu ISU



(La Prim'Holstein France 2012)

### 3.5.4 Selekční indexy v Německu

V Německu je chováno přes 3 mil. holštýnského skotu. Řadí se na první místo v chovu holštýnského skotu v Evropě. Chovný cíl je zaměřován na krávy s vysokou mléčnou produkcí, což představuje 10 000 kg mléka, 3,4 % bílkovin a 4 % tuku. Mezi další parametry se řadí dobrá plodnost, pevné zdraví a výborný příjem krmiva (Motyčka 2005).

Pro dosažení maximálního genetického přínosu ve šlechtění dojného skotu je aplikován RZG index, který zlepšuje všechny vlastnosti podle jejich významu a důležitosti v šlechtitelském cíli. Index RZG (Relativ Zuchtwert Gesamt) se vztahuje na holštýnské a červené holštýnské plemeno. Pro německý strakatý skot kombinovaného typu se používá selekční index GZW (VIT 2018).

Váhy důležitých aspektů v indexu RZG byly začleněny v roce 2002. To poskytuje optimální celkovou odezvu selekce ve všech vlastnostech. Relativní plemenné hodnoty (komponenty) jsou považovány za informační vlastnosti. Genetické parametry, které jsou

používané v náhodném vzoru regrese, jsou predikovány na základě reprezentativních výsledků populace německého holštýnského skotu (Liu et al. 2000). RZG je standardizováno v rámci plemene na průměr 100 a genetickou standardní odchylku 12 bodů u všech krav ve věku 4-6 let (2018: krávy narozené za období 2012-2014).

Porovnání indexu RZG v roce 2005 a 2018 je vidět v Tabulce č. 7.

Tabulka č. 7 Porovnání složení indexu RZG v letech 2005 a 2018.

Komponenty	2005	2018
RZM (znaky produkce)	50 %	45 %
RZN (dlouhověkost)	25 %	20 %
RZE (zevnějšek)	15 %	15 %
RZS (zdraví vemene)	5 %	7 %
RZR (plodnost)	5 %	10 %
RZKm (otelení)	-	3 %

(Motyčka 2005)

Při použití RZM indexu jsou zahrnuty tuk v kg a bílkoviny v kg v poměru 1:4. Pro holštýnské plemeno je v indexu zahrnuto i procento bílkovin.

Odhad plemenné hodnoty pro dlouhověkost (RZN) je kombinován s faktorem přežití, za použití vzorce podobného vzoru od Sewalem et al. (2007), který se používá v kanadském genetickém systému hodnocení.

V Německu, jako v ostatních vyspělých zemích, se v posledních letech výrazně zlepšil systém v oblasti selekce býků a to za pomoci genomiky (König 2009).

V roce 2016 proběhlo porovnání ekonomicky platných výsledků u holštýnských krav. Byla zde zjištěna maximální výtěžnost mléka. Jejich mléko mělo zároveň i vyšší obsah tuku (Gorlov et al. 2016).

### 3.5.5 Selekční indexy v Kanadě

Podobně jako v USA se chovají v Kanadě dvě populace skotu. Populace dojného skotu, kterou z 95 % tvoří holštýnské plemeno. A dále populace plemen masných. Hlavní rozmach holštýnského skotu v Kanadě nastal v 80. letech 19. století. V kontrole užítkovosti je zahrnuto více než 65 % z celkového počtu skotu (Motyčka 2005). Intenzita produkce mléka není ve všech teritoriích stejná. V roce 1989 uvedla Kanada Animal model jako propracovanou metodu odhadu PH holštýnské populace v Kanadě. Tato metoda byla využita pro odhad PH



pro znaky produkční, ale i pro znaky exteriérové. Později byla využita i pro ostatní hodnocené znaky, mezi které patří dojitelnost, snadnost telení, produkční život a obsah somatických buněk. Plemenné hodnoty jsou stanoveny 4x ročně (Kulovaná 2001).

Evropskou holštýnskou populaci na konci 20. století výrazně ovlivnily právě dovozy kanadských holštýnů.

Informace o zevnějšku a produkčních vlastnostech jsou poté zabudovány v komplexním indexu LPI (Lifetime Profit Index). První podoba tohoto indexu vznikla v roce 1991. Nejdříve index kladl z 60 % důraz na produkci a ze 40 % na exteriérové znaky. Produkce je v tomto indexu zastoupena informacemi o bílkovinách a tuku v poměru 9:2. V Tabulce č. 8 je patrný vývoj indexu.

Tabulka č. 8 Vývoj indexu LPI

Komponenty	2001	2005	2018
Produkce	57 %	57 %	40 %
Dlouhověkost	38 %	8 % +30 % zevnějšek	40 %
Zdraví a plodnost	5 %	3 %	20 %

(Canadian Dairy Network 2019)

Dále je v Kanadě využíván index TEV (Total Economic Value). Tento index byl sestaven v roce 1996. Jeho původní podoba se skládala z 64,5 % produkce, z 25,8 % dlouhověkosti a z 9,7 % zdraví vemene. Do zdraví vemene se řadí počet somatických buněk, hloubka vemene či rychlost dojení (Van Doormaal et al. 2001).

Současné studie naznačují, že do budoucna nastane spojení těchto dvou indexů. Toto vyplývá z hodnoty korelace 0,94.

### 3.5.6 Selekční indexy v Itálii

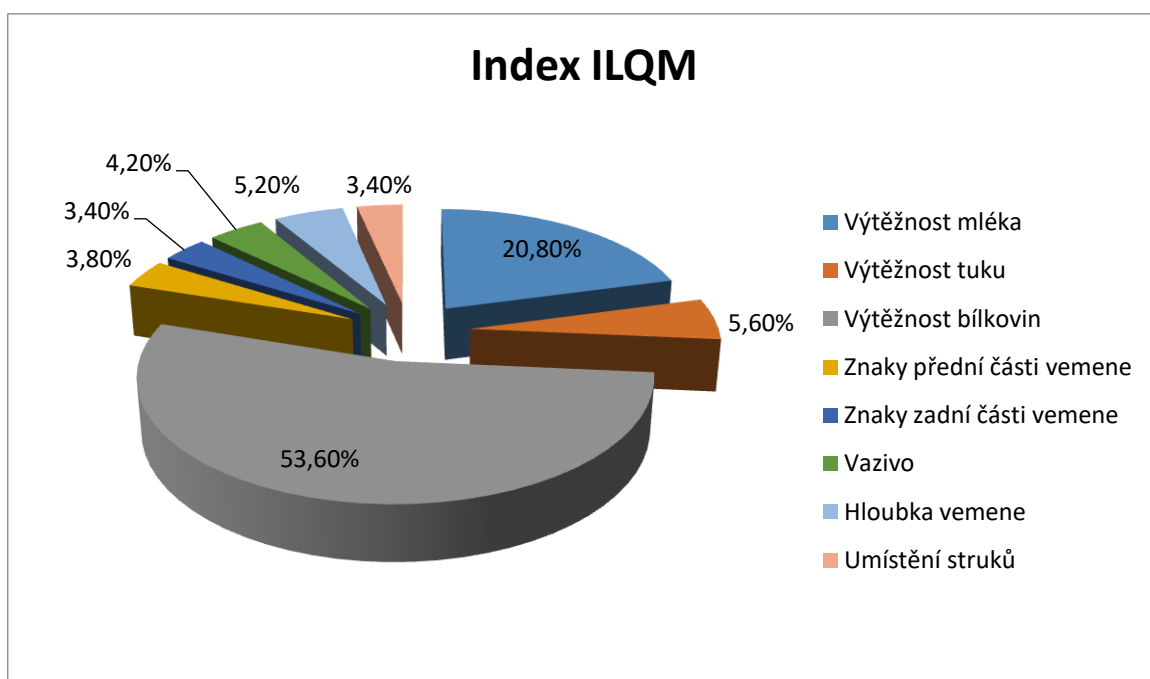
Itálie se řadí mezi další země, která chová více než milion kusů holštýnského skotu. Kvůli klimatickým předpokladům je chov holštýnského skotu aktivní zejména v severní oblasti Itálie. Více než polovina krav je zapojena do KU (Motýčka 2005).

Po roce 2000 v Itálii, stejně jako v Severní Americe, Francii a ve Velké Británii, začalo klesat využívání inbreedingu (příbuzenské plemenitby). Hlavním důvodem bylo častější využívání selekčních indexů, kde je potřeba rozsáhlá variabilita znaků (Miglior et al. 2005).

Selekční index používaný pro italský skot holštýnského plemene se nazývá PFT (Productivity, Functionality and Type). Tento index je kombinací funkčnosti a kvality mléka.

Na počátku roku 2002 byl selekční index pro italský holštýnský skot změněn. Nový index byl nazván PFT. Tento index nahradil starý index ILQM, který byl používán od roku 1993 italskou organizací ANAFI (Associazione Nazionale Allevatori Frisona Italiana). Hlavním účelem tohoto indexu ILQM bylo zaměření se na výtěžek bílkovin zejména na produkci sýrů (protože až 70 % z roční produkce mléka jde na výrobu sýrů), dále kvalitu mléka a funkční znaky krav. Původní složení indexu ILQM je znázorněno v Grafu č. 6.

Graf č. 6 Složení indexu ILQM

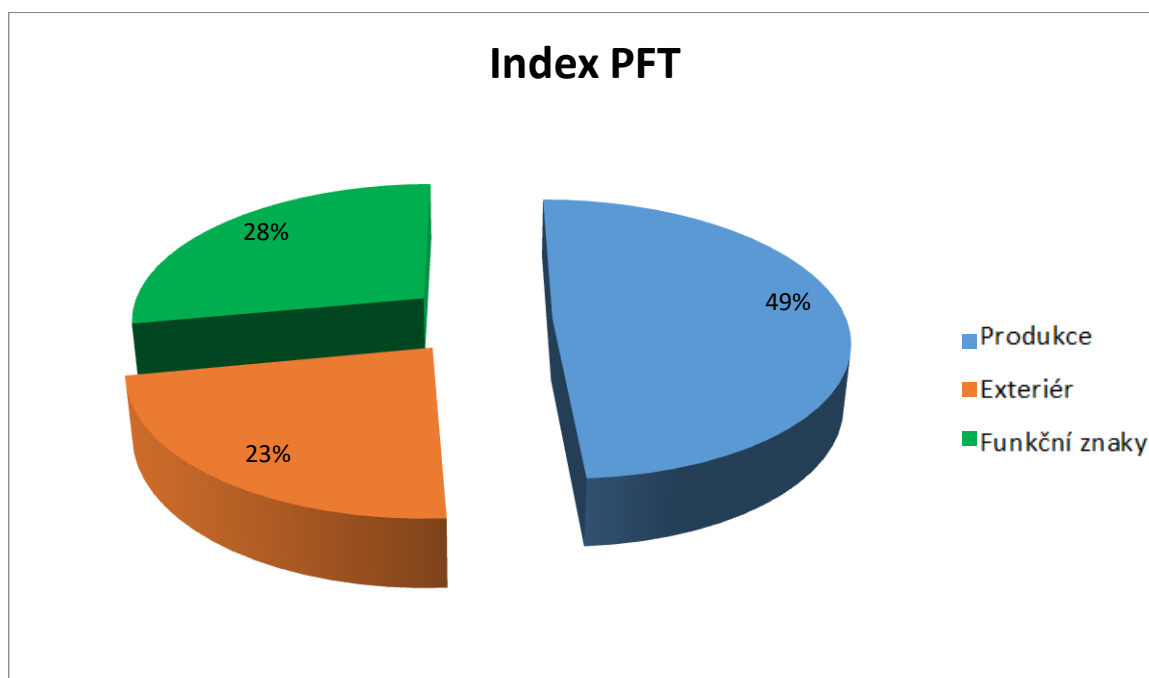


(Rozzi 1989)

Nový index PFT byl zaveden kvůli vyšším nákladům, které byly způsobeny nárůstem zdravotních problémů. Dále kvůli zvýšenému počtu somatických buněk v mléce a problémům s paznehty. Všechny tyto důsledky vedly ke snižování dlouhověkosti a k následné nutné brakaci. Toto vše mělo za následek rapidní snižování zisku (Biffani et al. 2002).

PFT je selekční index, který umožňuje chovatelům selektovat býky a plemenice pro zlepšení jak produkčních vlastností, tak funkčních. Podoba selekčního indexu PFT je patrná v Grafu č. 7.

Graf č. 7 Složení indexu PFT



(ANAFI 2016)

Produkcii dělíme na následující komponenty:

- bílkoviny 39 %,
- tuk 10 %.

Funkční znaky dělíme následovně:

- dlouhověkost 8 %,
- zdraví vemene 10 %,
- plodnost 10 %.

Dalším indexem používaným v Itálii je ICM (Udder Composite Index). Hlavním cílem tohoto italského indexu je šlechtění na funkční a zdravé vemeno.

IAP (Feet & Legs Composite Index), další používaný index v Itálii, byl poprvé uveden do praxe v květnu roku 2000. Tento index je kombinací 3 lineárních znaků:

- končetiny,
- paznehty,
- pohyb.

Tyto znaky jsou subjektivně hodnoceny klasifikátorem. Relativní váhy těchto vlastností se vykazují v procentech a vyjadřují relativní význam pro každou váhu.

Hlavním cílem indexu IES (Economic and Functional) je maximalizovat genetický zisk. Zaměřuje se na oblasti ekonomiky a hlavně na oblast zdraví a na životní podmínky. Tento

index je založen na odhadech průměrných nákladů a výnosů za celý produkční život krav (ANAFI 2016).

### 3.5.7 Selekční indexy v Holandsku

V Holandsku je chováno okolo 1 700 000 kusů dojnic holštýnského plemene. Do kontroly užitkovosti je zapojeno více jak 85 % krav. Umělá inseminace se využívá u 95 % dojnic. Holandsko je řazeno na přední místo ve vývozu jak živých kusů skotu, tak inseminačních dávek (Motyčka 2005).

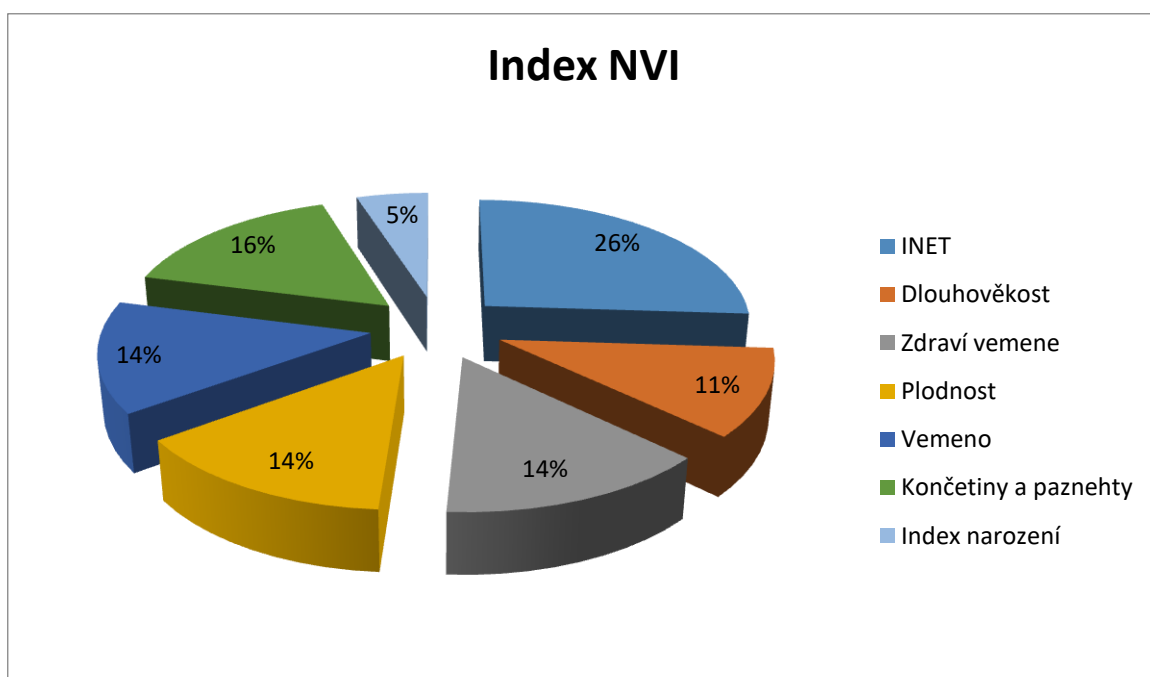
První zemí, která začala v praxi užívat funkční znaky ve šlechtění, bylo právě Holandsko. V Holandsku je využíván index NVI pro hodnocení nejlepších býků. Tyto býci jsou využíváni k produkci dcer, které odpovídají chovnému cíli v Holandsku.

Použití NVI indexu v chovném cíli vede k následujícím aspektům:

- Zlepšení produkce a dlouhověkosti.
- Menší podíl abortů (potratů) a z toho vyplývající větší příjmy.
- Produktivnější a zdravější krávy.

V roce 2007 bylo složení indexu NVI následující: 40 % produkce, 60 % zdraví a exteriér. Aktuální složení je znázorněno v Grafu č. 8.

Graf č. 8 Složení indexu NVI



(CRV 2019)

Index NVI zohledňuje produkci mléka pomocí indexu Inet (čistý zisk produkce mléka). Jedná se o produkční index, který má následující složení:

- 3 % kg mléka,
- 9 % kg tuku,
- 14 % kg bílkovin.

Dlouhověkost má dopad na nižší ztráty, nižší náklady na chov a v neposlední řadě na vysoký celoživotní výnos.

Další část, která je zahrnuta v indexu NVI, je index narození. Tento index je tvořen všemi znaky, které ovlivňují narození telete. Na tyto znaky má hlavní vliv plemence a samotné tele. Vlastnosti zahrnuté do indexu narození jsou následující:

- snadné otelení,
- životnost matek,
- vitalita.

Eding et al. (2009) se věnovali problematice předpovědi plemenných hodnot odolnosti vůči klinickým mastitidám. Dostatečná velikost populace je základem pro správnou předpověď. V budoucnu této problematice napomůže vědní obor genomika.

### **3.5.8 Selekční indexy v České republice**

V letech 2001 – 2004 byly sestaveny celkové i dílčí indexy používané pro šlechtění holštýnského skotu v ČR (Příbyl et al. 2004). Tvorba selekčních indexů vychází z kombinace dílčích indexů. Jednotlivé indexy slouží chovatelům k výběru skupin znaků a vlastností, na které se chovatel zaměřuje při řešení optimálního výsledku pro svoje stádo. Konkrétní vlastnosti použité v jednotlivých indexech spolu navzájem korelují a jsou na sebe vzájemně vázány.

Jak uvádí Motyčka (2005), cílem chovatelů jsou zdravé, reprodukce schopné, dlouhověké, bezproblémové, odolné krávy s vynikající produkcí mléka. Ke splnění tohoto cíle je potřeba znát plemenné hodnoty. Tyto hodnoty se dále kombinují do selekčních indexů podle významu zaměření (Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR 2011). Jsou sledovány převážně plemenné hodnoty pro ukazatele produkce.

V roce 2004 vznikl souhrnný selekční index SIH. Hlavní zaměření tohoto indexu bylo na zvyšování genetického zisku v produkci mléka. Stejná podoba tohoto indexu platila do roku 2008. V roce 2016 došlo k přezkoumání tohoto indexu a došlo se k závěru, že je index vhodný pro podmínky v ČR. Navrženy byly jen minimální změny. V roce 2017 došlo k zásadní změně ve složení indexu. V Grafu č. 9 je znázorněna podoba indexu SIH. Konkrétní

složení jedné z komponent indexu SIH (produkce) je znázorněno v Grafu č. 10. Do výpočtu byly zařazeny všechny dcery býků. Jedná se o býky, kteří jsou zahrnuti v Interbullu. Interbull je centrum založené pro mezinárodní sledování a hodnocení plemenných býků. (Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR 2019). Poslední změna báze byla zaznamenána v dubnu 2018 (Plemdat 2018). Porovnání báze selekčního indexu SIH je patrné v Tabulce č. 9.

Tabulka č. 9 vývoj indexu SIH

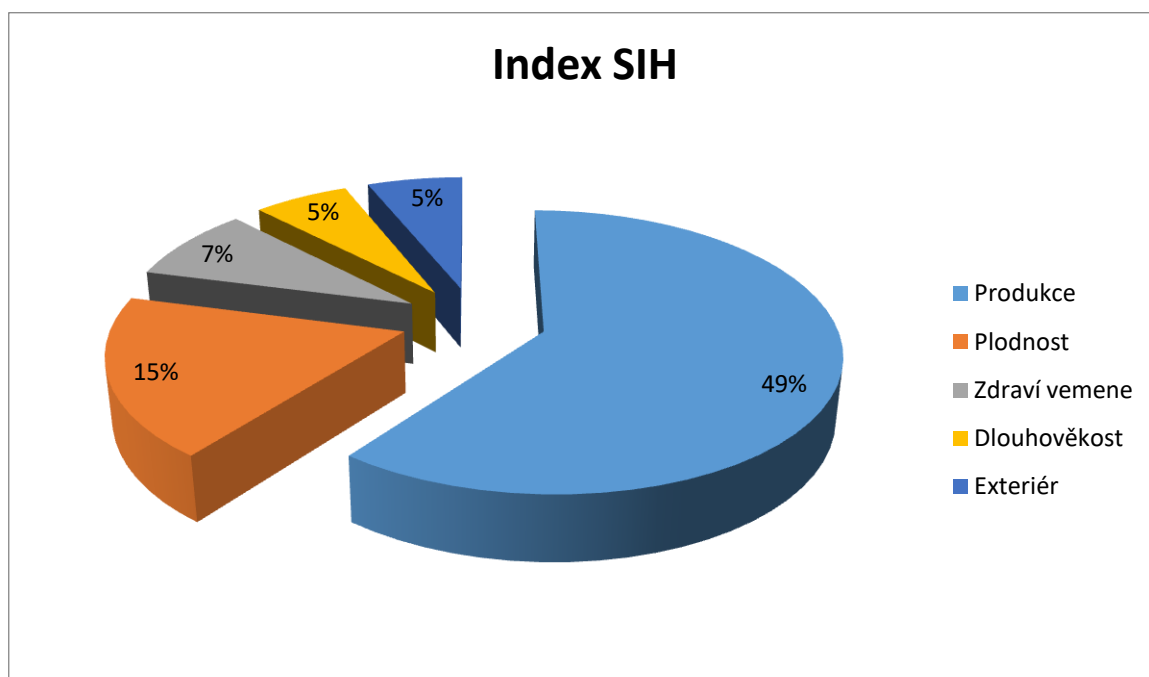
Komponenty	2004	2009	2018
Produkce	60 %	49 %	49 %
Reprodukce	10 %	12 %	15 %
Zdraví vemene	5 %	7 %	7 %
Dlouhověkost	-	7 %	5 %
Exteriér	25 %	25 %	24 %

(Šplíchal 2018)

Selekční index SIH se skládá z následujících selekčních indexů:

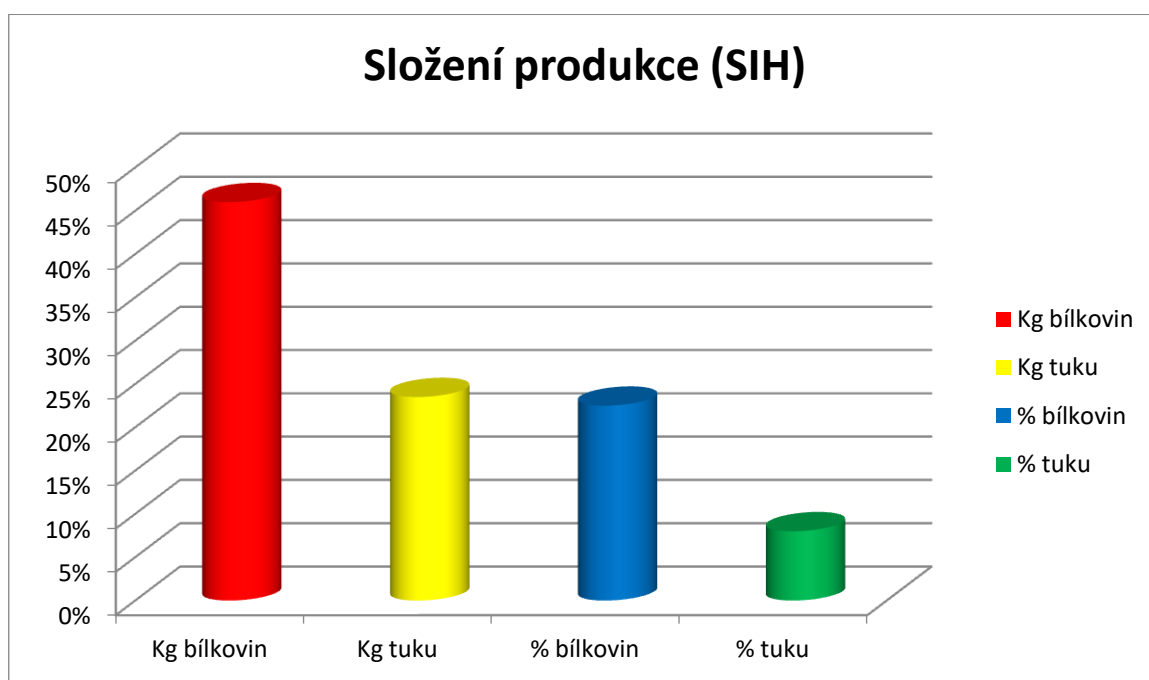
- Dílčí index vemene DSI-VEM (13 %).
- Dílčí index končetin DSI-KON (11 %).
- Dílčí index produkce mléka DSI-MLK (49 %).

Graf č. 9 Složení indexu SIH



(Plemdat 2018)

Graf č. 10 Složení produkce indexu SIH



(Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR 2019)

Dalším indexem používaným v České republice je selekční index pro krávy (SIH-K).

Tento index se počítá pro krávy:

- s podílem krve H nebo R alespoň 75 %. Otec krav plemene R musí být zapsán v plemenné knize nebo musí mít R 100,
- mají dány plemenné hodnoty pro exteriér, somatické buňky a produkci.

Poslední zmiňovaný index pro holštýnský skot v České republice se nazývá selekční index pro jalovice (SIH-J). Do výpočtu jsou zahrnovány jalovice splňující následující kritéria:

- jsou živé,
- nejsou otelené,
- nejsou starší než 3 roky,
- jejich otec má spočítaný SIH nebo genomický SIH (gSIH),
- jejich matka má spočítaný SIH-K (Plemdat 2018).

Pro selekční index SIH byly stanoveny následující dílčí indexy pro jednotlivé okruhy vlastností:

- produkční index pro mléčnou užitkovost (IPH),
- dlouhověkost (IDH),
- plodnost (IRH),
- fitness (IFH),

- odolnost (IOH), (Šafus et al. 2005).

### 3.6 Nejnovější selekční indexy

Šlechtitelé z firmy CRV sestavili nové dva indexy. Tyto dva nové indexy byly sestaveny z důvodu zlepšení efektivity a zdraví stáda. Hlavním cílem těchto indexů je pomoc chovatelům při selekci nejlepších býků do přípařovacích plánů. Což chovatelům usnadní následné šlechtění, které se zaměřuje na efektivní a zdravé krávy. Toto má následně příznivý dopad na ekonomiku a organizaci stáda. Firma CRV Czech Republic je nyní nejvýznamnější a zároveň největší plemenářskou firmou u nás. Firma je součástí nadnárodního holdingu CRV. Hlavní sídlo se nachází v Arnhemu v Holandsku. CRV má pobočky zaměřené na šlechtitelské programy po celém světě. Firma CRV nabízí, mimo jiné, inseminační dávky nejlepších býků.

#### 3.6.1 BLH (Better Life Health) index

Prvním indexem je index BLH nazývaný též index lepšího celoživotního zdraví. Hlavním cílem tohoto indexu je bezproblémovost a vyšší průměrný věk. Index zahrnuje následující znaky:

- zdraví paznehtů,
- ketóza,
- zdraví vemene,
- snadnost telení,
- vitalita,
- plodnost dcer.

Selekce býků s vysokým skóre BLH by měla mít příznivý dopad na ekonomiku a zároveň zjednodušit řízení stáda. Tento index se v praxi zaměřuje na to, jak konkrétní býk může ovlivnit zdraví celého stáda. Čím vyšší skóre, tím jeho potomci budou mít méně zdravotních komplikací. Mezi komplikace patří obtížné porody, mastitidy, kulhavost či horší zabřezávání. Plemenná hodnota je vyjádřena v %. Ta je počítána z genetického předpokladu býka pro následující aspekty: obtížnost porodů, přežitelnost telat, zdraví vemene a paznehtů či plodnost (CRV 2018).

#### 3.6.2 BLE (Better Life Efficiency) index

Druhým indexem je index BLE, známý jako index lepší celoživotní efektivity. Hlavní zaměření tohoto indexu je na efektivní produkci a dlouhověkonnost. Tento index ukazuje, jak



konkrétní býk ovlivňuje efektivnost produkce mléka. Dále také vliv na lepší konverzi krmiva (kilogram krmiva na jednotku produkce). Plemenná hodnota se vypočítá z následujících údajů:

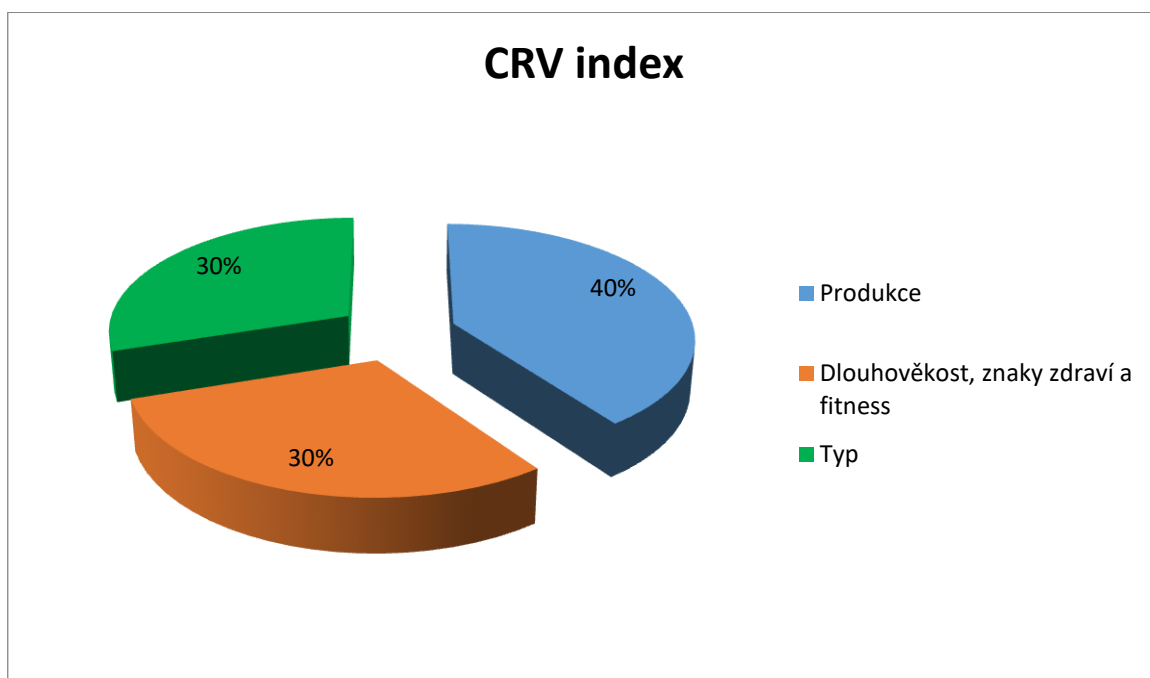
- nádoj,
- dlouhověkost,
- perzistence laktace,
- plodnost,
- vyspělost.

Plemenná hodnota je opět vyjádřena v %. Je logické, že čím více energie z krmiva se přemění na mléko a čím jsou nižší náklady na krmení, tím je lepší právě efektivnost. Základ BLE je celkové množství energie, které kráva potřebuje, aby produkovala mléko ve vztahu k celkovému příjmu energie. Aby hodnocení efektivnosti bylo co nejpřesnější, je potřeba počítat s životem krávy od narození i s životem po vyřazení (období odchovu). Právě v období odchovu je důležitý příjem energie. Je to důležitý ukazatel, který určuje efektivitu zvířete. Index BLE zahrnuje tyto hlavní aspekty: dlouhověkost, mezidobí, vyspělost, mléčnou produkci, perzistenci laktace, věk při prvním otelení a příjem krmiva (CRV 2018).

### **3.6.3 CRV index**

Firma CRV si klade za hlavní cíl dlouhověké a zdravé dojnice, které jsou zároveň i rentabilní. Spolupráce CRV s chovateli přináší lepší selekci matek býků, genotypování a využívání embryotransferu. Firma CRV vytvořila vlastní selekční index, index CRV, jako zpětnou vazbu k celosvětovému rozšíření holštýnského skotu. Podoba a složení indexu jsou znázorněny v Grafu č. 11.

Graf č. 11 Složení indexu CRV



(CRV 2018)

#### 3.6.4 Wellness Trait Index

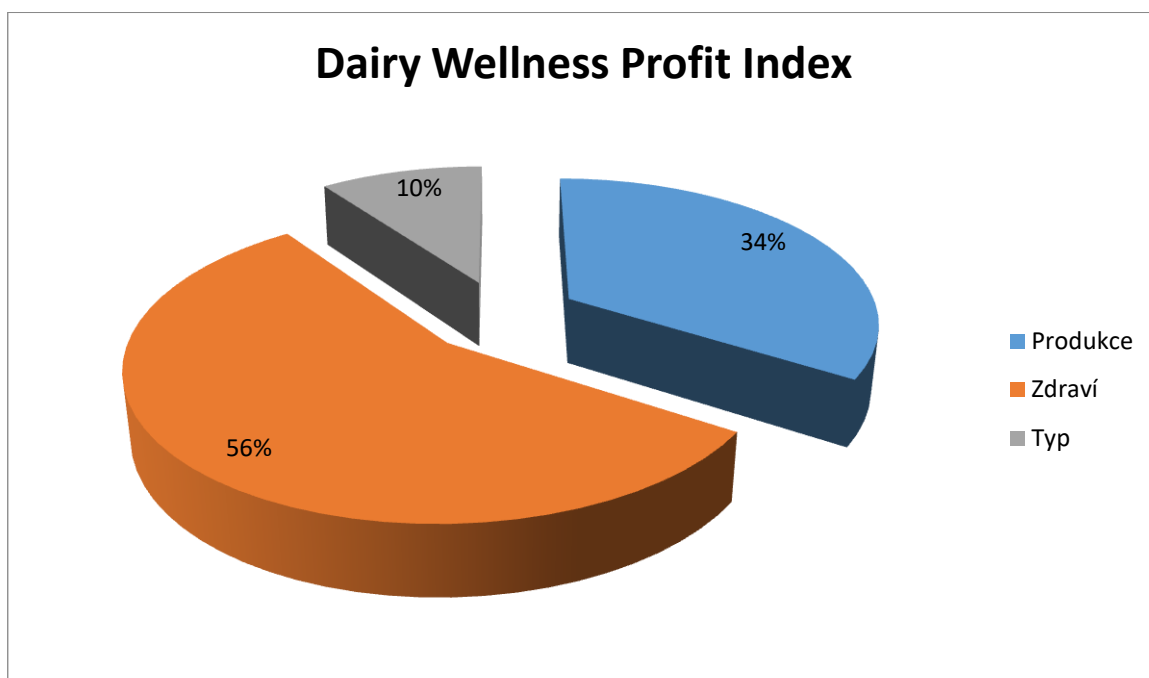
Wellness Trait Index je zaměřen především na následující znaky pohody skotu. Jsou to:

- mastitida,
- kulhavost,
- metritida (zánět dělohy),
- zadržení placenty,
- vytlačení slezu,
- ketóza (Select Sires 2018).

#### 3.6.5 Dairy Wellness Profit Index

Tento index patří mezi víceznakový selekční index. Tento index je zaměřen na plodnost, produkci, dlouhověkost, typ a znaky pohody (Select Sires 2018). Složení tohoto indexu je znázorněno v Grafu č. 12.

Graf č. 12 složení Dairy Wellness Profit Indexu



(Meyer 2016)

### 3.6.6 Feed efficiency

Krmivo patří mezi základní složku variabilních nákladů. Proto se krmivo stává součástí genetické analýzy. Využitelnost krmiv se stala součástí chovného cíle již v několika zemích (Pryce et al. 2014). Se zvýšenou produkcí mléka na krávu se spotřebuje více krmiva (VandeHaar et al. 2016).

### 3.6.7 FeedPro

Vysoké ceny krmiv vyvolaly zájem o efektivní využití a hospodárnost krmiv. Je potvrzen vztah mezi růstem těla zvířete a příjmem kvalitního krmiva. Tento index kombinuje výtěžek mléka, tuku a bílkovin s exteriérem zvířete (Select Sires 2018).

### 3.6.8 TransitionRight

Tento index je zaměřen na období před a poporodní období krávy. Toto období se vyznačuje nebezpečím negativní energetické bilance. To může vést k vážným zdravotním problémům, jako jsou metritida (zánět dělohy), mastitida (zánět mléčné žlázy) a další poruchy (ABS Global 2015).

### 3.7 Genomika

Genomika se řadí mezi relativně nové metody. Tato metoda je využívána zejména u vyspělých populací většiny plemen. Hlavní výhodou této metody je, že lze odhadnout téměř přesnou plemennou hodnotu dříve, než se projeví fenotyp. Genomika dává nový rozměr v oblasti šlechtění a ukazuje, jak nejlépe využívat selekci. Od roku 2009 genetické zhodnocení pro holštýnský skot zahrnovalo jak genomickou informaci, tak kombinaci o původu rodokmenů a informaci o sledovaných potomcích (Van Doormaal et al. 2009).

V oboru šlechtění hospodářských zvířat jde vývoj velmi rychle vpřed a jsou uváděny do praxe nové poznatky. Oblast zájmu oboru šlechtění se v současné době zaměřuje hlavně na problematiku odolnosti vůči nemocem, efektivnost krmiv a ochranu životního prostředí způsobenou chovem skotu (Ježková 2018).

Genomika se během svého vývoje rozčlenila na strukturní genomiku a funkční genomiku. Strukturní genomika se zaměřuje hlavně na strukturu genomu jako takového. Funkční genomika se zabývá funkcí genomu v organismu (Snustad & Simmons 2009). Důležité je správné genotypování plemenic. Díky tomu mohou chovatelé získat genomické plemenné hodnoty svých dojnic. Stádo, které se bude genotypovat, musí být zapsáno v plemenné knize a v kontrole užitkovosti. V současné době jsou využívány dvě plemenné hodnoty, rodokmenová PH a PH vzniklá na základě prověření potomků. Rodokmenová PH vzniká průměrem rodičů. Genomická PH se nachází mezi výše uvedenými. Přesnost dosahuje 70 – 80 %. Genomická PH se stanovuje pomocí biologického vzorku DNA, který se získává z nosní dutiny. Tato metoda je hojně využívána v Holandsku. Zde jsou genotypovány jalovice krátce po narození. Genomika se využívá například při rozhodování, zda zvíře zařadit do stáda, nebo vyčlenit k prodeji.

V současné době se v České republice vyskytuje několik chovů, kde se s genotypováním již začalo. První výsledky ukazují, že investice do genotypování jalovic je rentabilní (Motyčka 2017). V zemích jako jsou Spojené státy, Kanada, Francie, Holandsko, Německo a ve Skandinávii bývá běžně využíváno genomiky. Genomická selekce byla a je úspěšnou metodou zvyšování hodnot genetického zisku (Weller et al. 2017). Genomika a používání umělé inseminace ve Spojených státech markantně zvýšila užitkovost krav (Petr 2015). Každá země má odlišný šlechtitelský program, proto se používání genomických informací liší (Ducrocq & Patry 2010).

Již dnes se ukazuje, že se genetický zisk při využití genomiky téměř zdvojnásobil (Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR 2017).

V roce 2017 začala v ČR fungovat genomická laboratoř. Certifikována byla o rok později. Výhodou laboratoře je, že žadatel o genotypování plemenic a býků bude mít všechny informace přehledně k dispozici v počítačové podobě (SCHHS ČR, z.s. 2017). Provoz laboratoře je finančně velmi náročný, ale již dnes se ukazuje, že tato investice se v budoucnu vyplatí. Laboratoř ČMSCH, a.s. poskytuje přesné informace o plemenné hodnotě (Motyčka 2017).

## 4 Závěr

V oblasti šlechtění holštýnského skotu, stejně jako ve šlechtění dalších plemen skotu, je stále více využíváno nových genetických metod důležitých pro dosažení cílů šlechtitele. V současné době je hlavním chovným cílem rentabilní dojnice s dobrou užitkovostí. Genetická úroveň populace ovlivňuje vývoj průměrné užitkovosti. K posuzování účinnosti šlechtitelského programu je velmi důležité sledovat vývoj plemenných hodnot a zohlednit vlastnosti vnějšího prostředí. V dlouhodobém horizontu jsou hodnoceny plemenné hodnoty pro všechny základní ukazatele produkce. Toto bylo v minulosti prvořadým selekčním faktorem.

V dnešní době je selekce, která je základním procesem plemenářské práce, řízena a uplatňována podle tzv. selekčních indexů. Selekcí pomocí selekčních indexů se ukazuje jako nejlepší a nejvhodnější proces celkové změny, zlepšování a zvyšování genetického založení populace ve sledovaných a vybraných konkrétních znacích a vlastnostech. Složení selekčních indexů je odlišné pro různá plemena skotu, šlechtitelské cíle určité země atd. Vlastnosti zahrnuté v selekčních indexech a jejich příslušné váhy se liší i v závislosti na prostředí v jednotlivých zemích. Výběr vždy závisí na tom, jaké vlastnosti jsou pro šlechtitele prioritní. Proto má každá země odlišné selekční indexy podle konkrétního šlechtitelského cíle a podmínek chovu. Je velmi důležité zvolit správný selekční index směřující k národnímu chovnému cíli. Použití selekčních indexů pro dojný skot jsou již celosvětově propracovaná a využívána.

Je důležité zaměřovat se při sestavování selekčního indexu nejen na produkční složku, ale i na zdraví a reprodukci. V minulosti docházelo ke zhoršení právě složky zdraví při zaměření jen na složku zvyšování produkce. Proto se složení indexů neustále vyvíjí.

Nejpropracovanější indexy mají severské země jako Dánsko, Finsko, Švédsko, Norsko, které již mnoho desítek let sledují složku zdraví a produkční schopnosti zvířat.

Francie má svým zaměřením produkce na výrobu sýrů nastaven selekční index převážně na obsah mléčných složek.

Česká republika, v posledních letech při sestavování selekčních indexů pro holštýnský skot, klade důraz na vlastnosti týkající se hlavně zdraví a reprodukce. Jde ve šlépějích severských zemí, které evidují data o všech zdravotních problémech skotu. Jedná se především o problémy týkající se vemene, jako jsou mastitidy a reprodukční schopnosti. Dále se vývoj bude ubírat směrem k dalšímu využívání softwaru pro selekci nejvhodnějších býků určených pro plemenitbu. Při výběru býka záleží vždy na chovném cíli konkrétního chovatele

s možností spolupráce s předními plemenářskými firmami. Důležitým aspektem ve šlechtění jsou nové metody. Jednou z nich je relativně nová vědní disciplína genomika. Genomika využívá genomu hospodářských zvířat k odhadu plemenných hodnot. V dnešní době roste počet zemí využívajících genomiku k přesnému a spolehlivému odhadu plemenných hodnot. Zůstává nezodpovězenou otázkou, zda bude možné genotypovat celé stádo. Odpověď nalezneme v blízké budoucnosti.

Výhled do budoucnosti v oblasti selekčních indexů nabízí nové možnosti pro chovatele skotu. Každý chovatel by mohl mít svůj vlastní selekční index ke konkrétnímu chovu, ke konkrétní krávě. Ve vyspělých chovatelských zemích se tato metoda již začala uplatňovat. Například ve vybraných moderních holandských chovech se testuje možnost využití virtuálních brýlí, které ukazují informace o konkrétní dojnici (denní nádoj, počet dní v laktaci či počet otelení). Zootechnik má okamžitou zpětnou vazbu o zvířeti.

V neposlední řadě nesmíme opomenout, že realizace genetického zisku je nedílně spojena i s dalšími aspekty. Zejména výživou, technologiemi a řízením chovu, přičemž vše musí být v souladu s podmínkami welfare.

## 5 Literatura

- ABS Global. 2015. ABS Global Announces TransitionRight™ Genetics – Preventing Transition Cow Disorders Through Genetics. ABS Global, Inc. Available from: <http://www.absglobal.com/us/abs-global-announces-transitionright-genetics-preventing-transition-cow-disorders-through-genetics/> (accessed November 2018).
- ANAFI. 2016. GENETIC EVALUATION CARDS. ANAFI. Available from: <http://www.anafi.it/english/> (accessed November 2018).
- Biffani S, Samore AB, Canavesi F. 2002. PFT: The new selection index for the Italian Holstein. *Interbull Bull* **29**:142-146.
- Bouška J. 2006. Chov dojeného skotu. Profi Press, Praha.
- Canadian Dairy Network. 2019. Lifetime Performance Index (LPI) Formula. Canadian Dairy Network. Available from: <https://www.cdn.ca/document.php?id=443> (accessed November 2018).
- CRV. 2018. BLE – INDEX EFEKTIVITY. CRV. Available from: <https://www.crv.cz/service/ble-index-celozivotni-efektivita/> (accessed November 2018).
- CRV. 2018. BLH – INDEX ZDRAVÍ. CRV. Available from: <https://www.crv.cz/service/blh-index-celozivotniho-zdravi/> (accessed November 2018).
- CRV. 2018. CRV HOLŠTÝN. CRV. Available from: <https://www.crv.cz/crv-holstyn/> (accessed November 2018).
- CRV. 2019. About Dutch Proofs. CRV. Available from: <https://www.crv4all-international.com/about-crv/about-dutch-proofs/> (accessed November 2018).
- Curone G, Filipe J, Cremonesi P, Trevisi E, Amadori M, Pollera C, Castiglioni B, Turin L, Tedde V, Vigo D, Moroni P, Minuti A, Bronzo V, Addis MF, Riva F. 2018. What we have lost: Mastitis resistance in Holstein Friesians and in a local cattle breed. *Research in veterinary science* **116**:88-98.
- Drevjany L, Kozel V, Padrůněk S. 2004. Holštýnský svět. Unipress, Turnov.
- Ducrocq V, Patry C. 2010. Combining genomic and classical information in national BLUP evaluation to reduce bias due to genomic pre-selection. *Interbull Bulletin* **41**:33-36.



- Eding H, de Haas Y, de Jong G. 2009. Predicting mastitis resistance breeding values from somatic cell count indicator traits. *Interbull bulletin* **40**:21-25.
- Ettema JF, Santos JEP. 2004. Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first – parity Holsteins on commercial farms. *Journal of Dairy Science* **87**:2730 – 2742.
- France Génétique Elevage. 2011. Accurate and diverse genetic indexes Dairy cattle breeds indexes. Institut de l'Élevage and Races de France. Available from: <http://en.france-genetique-elevage.org/Dairy-cattle-breeds-indexes.html?fbclid=IwAR2HM0tO43Mns9VfDnOGwVlw-hSTp0YO3FmOctMLRiu5TS1VYIytFOMgAFE> (accessed November 2018).
- Funk DA. 2006. Major advances in globalization and consolidation of the artificial insemination industry. *Journal of Dairy Science* **89**:1362-1368.
- Genoservis. 2007. TPI a Net Merit: Přehled selekčních indexů v USA. GENOSERVIS, a.s. Available from: <http://www.genoservis.cz/cz/poradenstvi/clanky/slechtění-skotu/365-tpi-a-net-merit-prehled-selekcni-indexu-v-usa> (accessed November 2018).
- Gorlov IF, Bozhkova SE, Shakhbazova OP, Gubareva VV, Mosolova NI, Zlobina EY, Mokhov AS. 2016. Productivity and adaptation ability of Holstein cattle of different genetic selections. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* **40**:527-533.
- Grosu H, Schaeffer L, Oltenacu PA, Norman HD, Powell RL, Kremer V, Banos G, Mrode R, Carvalheira J, Jamrozik J, Drăgănescu C. 2013. History of genetic evaluation methods in dairy cattle. Publishing House of the Romanian Academy, Bucuresti.
- Hanuš O, Bjelka M, Macek A, Janů L. 2005. Vliv genetického základu na širokou škálu ukazatelů kvality mléka a vlastností skotu. Pages 72-91 in Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín editor. Možnosti využití molekulární a populační genetiky pro šlechtění skotu na vyšší kvalitu produktů. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín, Rapotín.
- Harvey WR, Lush JL. 1952. Genetic correlation between type and production in Jersey cattle. *Journal of Dairy Science* **35**:199-213.
- Hazel LN, Lush JL. 1942. The efficiency of three methods of selection. *Journal of Heredity* **33**:393-399.
- Hazel LN. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* **28**:476-490.

- Henderson CR. 1973. Sire evaluation and genetic trends. *Journal of Animal Science* **1973**:10-41.
- Henderson CR. 1988. Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. *Journal of Dairy Science* **71**:1-16.
- Hering P, Hanuš O, Jedelská R, Rejlek V, Kopecký J. 2007. Validace spolehlivosti vybraných metod odběru vzorků mléka pro zajištění věrohodnosti výsledků analýz mléka v kontrole užítkovosti dojníc v České republice. *Výzkum v chovu skotu* **3**:40-49.
- Holstein Association USA. 2017. TPI Formula - August 2017. Holstein Association USA. Available from: [http://www.holsteinusa.com/genetic\\_evaluations/ss\\_tpi\\_formula.html](http://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_tpi_formula.html) (accessed November 2018).
- Jakubec V, Říha J, Golda J, Majzlík I. 1999. Odhad plemenné hodnoty hospodářských zvířat. Výzkumný ústav chovu skotu Rapotín, Rapotín.
- Jakubec V, Bezdíček J, Louda F. 2010. Selekce - inbríding - hybridizace. *Agrovýzkum Rapotín, Rapotín*.
- Ježková A. 2018. Šlechtění holštýnského skotu v ČR. Profi press, Praha. Available from: <https://naschov.cz/slechteni-holstynskeho-skotu-v-cr/> (accessed November 2018).
- Klopčič M, Reents R, Philipsson J, Kuipers A. 2009. Breeding for robustness in cattle. Wageningen Academic Publishers The Netherlands, Wageningen.
- König S, Swalve HH. 2009. Application of selection index calculations to determine selection strategies in genomic breeding programs. *Journal of Dairy Science* **92**:5292-5303.
- Kolářová D. 2019. Genomika nebo prověření na dcerách? *Chov skotu* **16**:16-19.
- Krejčová H. 2016. Dlouhověkost krav – její hodnocení a využití ve šlechtění skotu. Pages 33-37 in *Agrovýzkum Rapotín*, editor. *Výzkum v chovu skotu*. Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Rapotín.
- Kulovaná E. 2001. Francie mění selekční indexy dojných plemen. Profi press, Praha. Available from: <https://naschov.cz/francie-meni-selekcni-indexy-dojnych-plemen-2/> (accessed November 2018).
- Kulovaná E. 2001. Jak funguje „dairy industry“ v Kanadě. Profi press, Praha. Available from: <https://naschov.cz/jak-funguje-dairy-industry-v-kanade/> (accessed November 2018).

- Kvapilík J, Kučera J, Bucek P. 2018. Ročenka – chov skotu v České republice – hlavní výsledky a ukazatele za rok 2017. Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Praha.
- La Prim'Holstein France. 2012. Programme de sélection en race Prim'holstein. La Prim'Holstein France. Available from: <https://primholstein.com/la-prim-holstein/programme-de-selection/> (accessed November 2018).
- La Prim'Holstein France. 2018. Présentation de la race. La Prim'Holstein France. Available from: <https://primholstein.com/la-prim-holstein/presentation-primholstein/> (accessed November 2018).
- Lindhé B. 1999. Selection indices for dairy cattle including fitness traits. *Archives Animal Breeding* **42**:5-16.
- Liu Z, Reinhardt F, Reents R. 2000. Estimating parameters of a random regression test day model for first three lactation milk production traits using the covariance function approach. *Interbull Bulletin* **25**:74-80.
- Louda F. 1994. Základy chovu mléčných plemen skotu. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha.
- Lush JL. 1944. The optimum emphasis on dams' records when proving dairy sires. *Journal of Dairy Science* **27**:937-951.
- Lush JL. 1947. Family merit and individual merit as bases for selection. Part I. *The American Naturalist* **81**:241-261.
- Meyer C, Zwald N. 2014. What you need to know about selection indexes. Available from: <https://www.progressivedairy.com/topics/a-i-breeding/what-you-need-to-know-about-selection-indexes> (accessed November 2018).
- Meyer C. 2016. A Q&A on DWP\$ and WT\$ – Dairy Wellness Profit \$ / Wellness Trait \$. Altagenetics. Available from: <http://map.altagenetics.com/alta-news/a-qa-on-dwp-and-wt-dairy-wellness-profit-wellness-trait/> (accessed November 2018).
- Miglior F, Muir BL, Van Doormaal BJ. 2005. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of dairy science* **88**:1255-1263.
- Motyčka J. 2005. Šlechtění holštýnského plemene. Pages 34 – 42 in výzkumný ústav pro chov skotu Rapotín, editor. Možnosti využití molekulární a populační genetiky pro

- šlechtění skotu na vyšší kvalitu produktů. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín, Rapotín.
- Motyčka J, Vacek M, Šlejtr J, Chládek G, Vondrášek L, Pazdera J. 2005. Šlechtění holštýnského skotu. Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, Praha.
- Motyčka J. 2009. Selekční program holštýnského skotu. Profi press. Available from: <https://zemedelec.cz/selekcni-program-holstynskeho-skotu/> (accessed November 2018).
- Motyčka J. 2017. Rozhovor s ředitelem Svazu chovatelů holštýnského skotu ČR. Agropress. Available from: <http://www.agropress.cz/rozhovor-s-reditelem-svazu-chovatelu-holstynskeho-skotu-cr/> (accessed November 2018).
- Mrode RA, Thompson R. 2005. Linear models for the prediction of animal breeding values. CABI Publishing, Wallingford, Cambridge.
- NAV – Nordic Cattle Genetic Evaluation. 2019. NTM - Nordic Total Merit. NAV – Nordic Cattle Genetic Evaluation. Available from: <https://www.nordicebv.info/ntm-nordic-total-merit-2/> (accessed November 2018).
- Norman HD, Dickinson FN. 1971. An economic index for determining the relative value of milk and fat in predicted differences of bulls and cow index values of cows. ARS-44-223. Dairy Herd Improvement. Letter **47**:1–34.
- Norman HD, Cassell BG, Dickinson FN, Kuck AL. 1979. USDA-DHIA milk components sire summary. U. S. Department of Agriculture, Production Research Report **178**:1-28.
- Petr J. 2015. Genomika odhaluje poruchy plodnosti skotu. Profi press. Available from: <https://naschov.cz/genomika-odhaluje-poruchy-plodnosti-skotu/> (accessed November 2018).
- Plemdat, s.r.o. 2017. Popis modelu pro odhady PH mléčné užitkovosti. PLEMDAT, s.r.o. Available from: [http://iserv.plemdat.cz/cz/pages/Popis\\_mleko.pdf](http://iserv.plemdat.cz/cz/pages/Popis_mleko.pdf) (accessed November 2018).
- Plemdat, s.r.o. 2018. Stanovení selekčního indexu býků a plemenic holštýnského plemene. PLEMDAT, s.r.o. Available from: <http://iserv.plemdat.cz/cz/pages/SIH.pdf> (accessed November 2018).
- PLEMKO s.r.o. 2019. NTM - Nordický index. PLEMKO s.r.o. Available from: <https://www.plemko.cz/nordicky-index> (accessed November 2018).

- Pryce JE, Coffey MP, Brotherstone S. 2000. The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins. *Journal of dairy science* **83**:2664-2671.
- Pryce JE, Wales WD, De Haas Y, Veerkamp RF, Hayes BJ. 2014. Genomic selection for feed efficiency in dairy cattle. *Animal* **8**:1-10.
- Příbyl J. 1997. Šlechtění skotu a jeho vliv na jednotlivé chovy. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.
- Příbyl J, Příbylová J. 2000. Současný stav ve šlechtění skotu. Pages 4 – 40 in Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín, editor. Šlechtitelské, výživářské a technologické aspekty produkce a kvality mléka. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín, Rapotín.
- Příbyl J, Šafus P, Štípková M, Stádník L, Čermák V. 2004. Selection index for bulls of Holstein cattle in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science* **49**:244–256.
- Příbyl J, Příbylová J. 2005. Populační genetika ve šlechtění dojných a masných plemen skotu. Pages 14 – 33 in výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín, editor. Možnosti využití molekulární a populační genetiky pro šlechtění skotu na vyšší kvalitu produktů. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín, Rapotín.
- Quaas RL, Pollak EJ. 1980. Mixed model methodology for farm and ranch beef cattle testing programs. *Journal of Animal Science* **51**:1277-1287.
- Rozzi P. 1989. Indici economici adottati dall'ANAFI nella selezione. *Proceedings IX ANAFI Congress* **6**:23-27.
- Ryba O. 2012. Severský holštýn. *Náš chov* **1**:2-3.
- Říha J, Jakubec V. 2002. Hybridizace hospodářských zvířat s aplikací na masný skot. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Sambraus HH. 2014. Atlas plemen hospodářských zvířat. Brázda, Praha.
- Select Sires. 2018. More Income, Less Feed. SELECT SIRE INC. Available from: <http://www.selectsires.com/designations/feedpro.html?version=20180803> (accessed November 2018).

- Select Sires. 2018. Select for a healthy herd. SELECT SIRES INC. Available from: <http://www.selectsires.com/designations/wellnesspro.html?version=20180803> (accessed November 2018).
- Sewalem A, Miglior F, Kistemaker GJ, Sullivan P, Huapaya G, Van Doormaal BJ. 2007. Short Communication: Modification of Genetic Evaluation of Herd Life from a Three-Trait to a Five-Trait Model in Canadian Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* **90**:2025-2028.
- Shook GE. 2006. Major advances in determining appropriate selection goals. *Journal of dairy science* **89**:1349-1361.
- Snustad DP, Simmons MJ, Relichová J. 2009. *Genetika*. Masarykova univerzita, Brno.
- Strapák P. 2013. *Chov hovädzieho dobytku*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra.
- Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR. 2011. O plemenech Holštýnské. Českomoravská společnost chovatelů, a.s. Available from: <https://www.hovezimaso.cz/detail/plemeno/H> (accessed November 2018).
- Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR. 2017. Genetický zisk před a po genomice. Černostrakaté novinky **3**:18-19.
- Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR. 2017. Nový systém evidence genomování plemenic a býků v laboratoři. Černostrakaté novinky **3**:7.
- Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR. 2017. Představujeme Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, z.s. Agropress. Available from: <http://www.agropress.cz/predstavujeme-svaz-chovatelu-holstynskeho-skotu-cr-z-s/> (accessed October 2018).
- Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR. 2018. Ročenka-Vývoj stavů a plemenné skladby populace krav v kontrole užitkovosti. Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, Hradištko.
- Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR. 2019. Šlechtění. Svaz chovatelů holštýnského skotu. Available from: <https://www.holstein.cz/cz/slechteni?highlight=WyJzZWxla1x1MDEwZG5cdTAwZWQiLCJpbmRleCIsInNpaCIsInNlbGVrXHUwMTBkb1x1MDBIZCBpbmRleCIsInNlbGVrXHUwMTBkb1x1MDBIZCBpbmRleCBzaWgiLCJpbmRleCBzaWgiXQ==#slozeni-selekcniho-indexu-sih> (accessed November 2018).

- Swalve H, Bruns E. 1989. Ein Meilenstein in der Zuchtwertschätzung. *Der Tierzüchter* **41**:25-27.
- Šafus P, Štípková M, Stádník L, Příbyl J, Čermák V. 2005. Sub-indexes for bulls of Holstein breed in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science* **50**:254-265.
- Šafus P. 2010. Metodika výpočtu souhrnného selekčního indexu pro býky holštýnského skotu. Výzkumný Ústav Živočišné Výroby, Praha Uhřetěves.
- Šplíchal J. 2018. ÚPRAVY VE VÝPOČTU INDEXU SIH A DÍLČÍCH INDEXŮ. PLEMDAT, S.R.O. Available from: [www.cmsch.cz/plemdat/aktuality/upravy-ve-vypoctu-indexu-sih-a-dilcich-indexu/](http://www.cmsch.cz/plemdat/aktuality/upravy-ve-vypoctu-indexu-sih-a-dilcich-indexu/) (accessed October 2018).
- Šubrt J, Hrouz J. 2008. *Obecná zootechnika: návody na cvičení*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Tsuruta S, Misztal I, Lawlor TJ. 2004. Genetic correlations among production, body size, udder, and productive life traits over time in Holsteins. *Journal of dairy science* **87**:1457-1468.
- Urban F, Doležal O, Kudrna V. 2001. *Chov černostrakatého skotu v České republice*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Urioste JJ, Franzén J, Windig JJ, Strandberg E. 2012. Genetic relationships among mastitis and alternative somatic cell count traits in the first 3 lactation of Swedish Holstein. *Journal of Dairy Science* **95**:3428 – 3434.
- VandeHaar MJ, Armentano LE, Weigel K, Spurlock DM, Tempelman RJ, Veerkamp R. 2016. Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. *Journal of dairy science* **99**:4941-4954.
- Van Doormaal B, Kistemaker G, Miglior F. 2001. Establishment of a single national selection index for Canada. *Interbull Bulletin* **27**:102-106.
- Van Doormaal BJ, Kistemaker GJ, Sullivan PG, Sargolzaei M, Schenkel FS. 2009. Canadian implementation of genomic evaluations. *Interbull Bulletin* **40**:214-217.
- VanRaden PM, Wiggans GR. 1995. Productive life evaluations: Calculation, accuracy, and economic value. *Journal of Dairy Science* **78**:631-638.
- VanRaden PM. 2004. Invited review: Selection on net merit to improve lifetime profit. *Journal of dairy science* **87**:3125-3131.

- VanRaden PM. 2005. An example from the dairy industry: the net merit index. In Proceedings of the Beef Improvement Federation's 37th Annual Research Symposium and Annual Meeting **87**:96-100.
- VIT. 2018. Estimation of Breeding Values for Milk Production Traits, Somatic Cell Score, Conformation, Productive Life and Reproduction Traits in German Dairy Cattle. Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung. Available from: [https://www.vit.de/fileadmin/DE/Zuchtwertschaetzung/Zws\\_Bes\\_eng.pdf](https://www.vit.de/fileadmin/DE/Zuchtwertschaetzung/Zws_Bes_eng.pdf) (accessed October 2018).
- Wegmann S, Chavaz J, Hitz M, Roulin A, Savary D. 1999. 100 years in black and white Holstein Association of Switzerland. Holstein Association of Switzerland, Greneuve.
- Weller JI, Ezra E, Ron M. 2017. Invited review: A perspective on the future of genomic selection in dairy cattle. *Journal of dairy science* **100**:8633-8644.
- Westell RA, Van Vleck LD. 1987. Simultaneous genetic evaluation of sires and cows for a large population of dairy cattle. *Journal of dairy science* **70**:1006-1017.
- Westell RA, Quaas RL, Van Vleck LD. 1988. Genetic groups in an animal model. *Journal of Dairy Science* **71**:1310-1318.
- World Holstein Friesian Federation. 2017. Annual Statistics Report - World. World Holstein Friesian Federation. Available from: <http://www.whff.info/documentation/statistics.php#go1> (accessed November 2018).
- Wright S. 1958. Systems of mating and other papers. Ames: Iowa State College Press, Iowa.
- Zahrádková R. 2009. Masný skot: od A do Z. Český svaz chovatelů masného skotu, Praha.
- Žižlavský J. 2008. Chov hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.



## 6 Seznam použitých zkratk a symbolů

AM – animal model

ANAFI – Associazione Nazionale Allevatori Frisona Italiana

BLH – Better Life Health – index lepšího celoživotního zdraví

BLE – Better Life Efficiency – index lepší celoživotní efektivity

BLUP – nejlepší lineární nestranná předpověď (otcovská pozice)

CCR – Cow Conception Rate – zabřezávání krav

CPM – celkový počet mikroorganismů

ČMSCH – českomoravská společnost chovatelů

DNA – deoxyribonukleová kyselina

DPR – Daughter Pregnancy Rate – plodnost dcer

FI – Fertility Index – index plodnosti

GZW – Gesamtzuchtwert – souhrnný index pro strakatý skot

HCR – Heifer Conception Rate – zabřezávání jalovic

IAP – Feet & Legs Composite Index – selekční index v Itálii

ICM – Udder Composite Index – selekční index v Itálii

IDH – dílčí index pro dlouhověkost v ČR

IES – Economic and Functional – selekční index v Itálii

IFH – dílčí index pro fitness v ČR

ILQM – původní selekční index v Itálii

INEL – produkční index ve Francii

INET – čistý zisk produkce mléka v Holandsku

Interbull – mezinárodní hodnocení a sledování plemenných býků

IOH – dílčí index pro odolnost v ČR

IPH – produkční index pro mléčnou užitkovost v ČR

IRH – dílčí index pro plodnost v ČR

ISU – syntetický ekonomický index ve Francii

KD – kontrola dědičnosti

KU – kontrola užitkovosti

LPI – Lifetime Profit Index – komplexní selekční index v Kanadě

NAV – Nordic Cattle Genetic Evaluation – šlechtitelská organizace severských zemí

NET MERIT – ekonomický index v USA

NTM – Nordic Total Merit – severský index

NVI – selekční index v Holandsku  
PFT – Productivity, Functionality and Type – selekční index Itálie  
PH – plemenná hodnota  
PL – produkční délka života  
PSB – počet somatických buněk  
RPH – relativní plemenná hodnota  
RZE – znaky pro zevnějšek  
RZG – Relativ Zuchtwert Gesamt – německý souhrnný index  
RZKm – znaky pro otelení  
RZM – znaky produkce  
RZN – znaky pro dlouhověkost  
RZR – znaky pro plodnost  
RZS – znaky pro zdraví vemene  
SCHČS – Svaz chovatelů černostrakatého skotu  
SCHHS – Svaz chovatelů holštýnského skotu  
SIH – selekční indexy pro holštýnský skot  
TEV – Total Economic Value – komplexní ekonomický index v Kanadě  
TPI – Total Performance Index – selekční index v USA  
VIT – Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V.– šlechtitelská organizace v Německu  
WHFF – World Holstein Friesian Federation